『グランツーリスモ7』のコース制作における測量技術と外観デザインの事例

実在するサーキット制作を支える測量技術および測量データの応用

株式会社ポリフォニー・デジタル　北田 祐平

POLYPHONY™ DIGITAL

自己紹介

北田　祐平

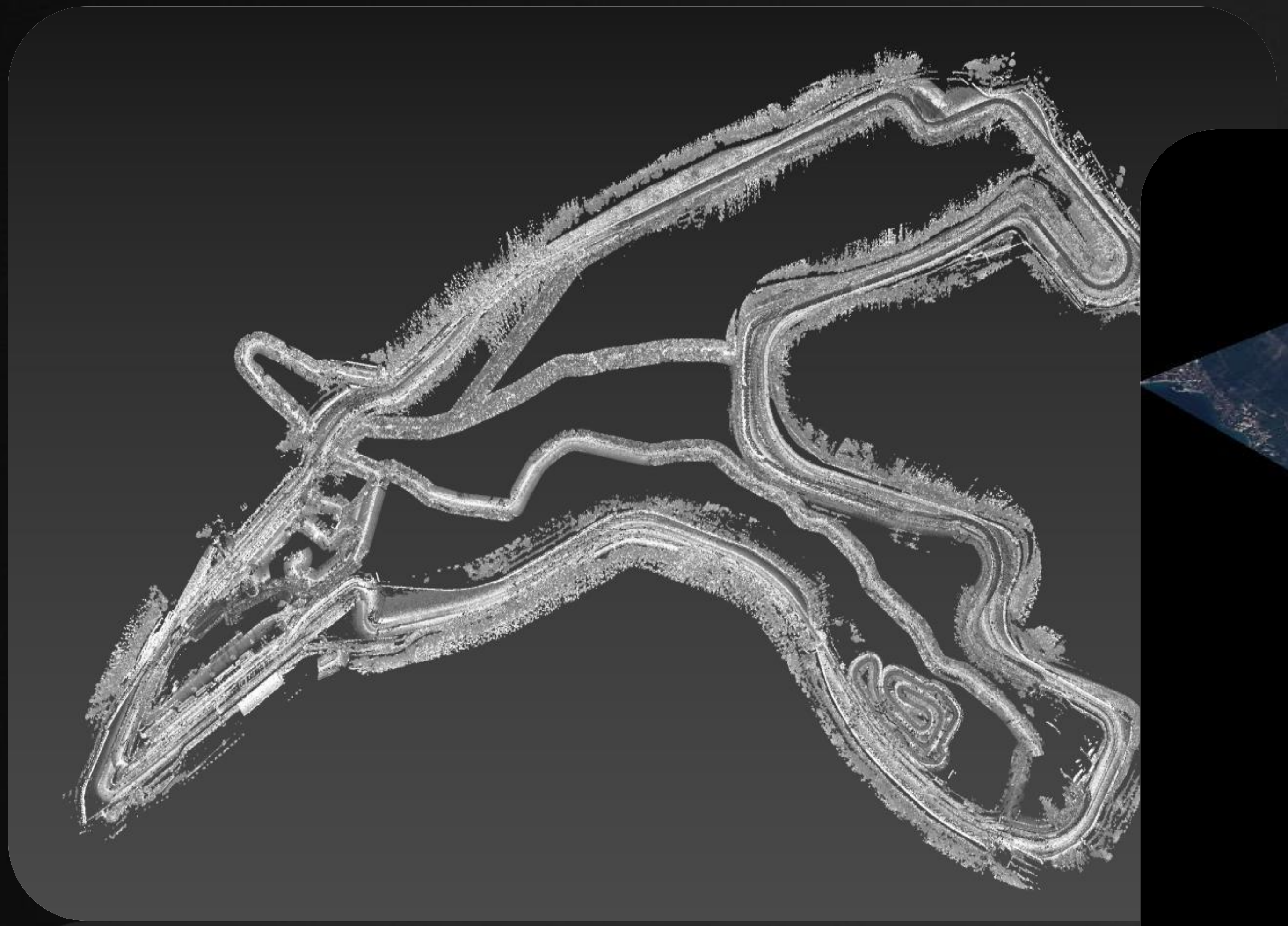
株式会社ポリフォニー･デジタル
景観デザインチーム Geo Survey Group 所属

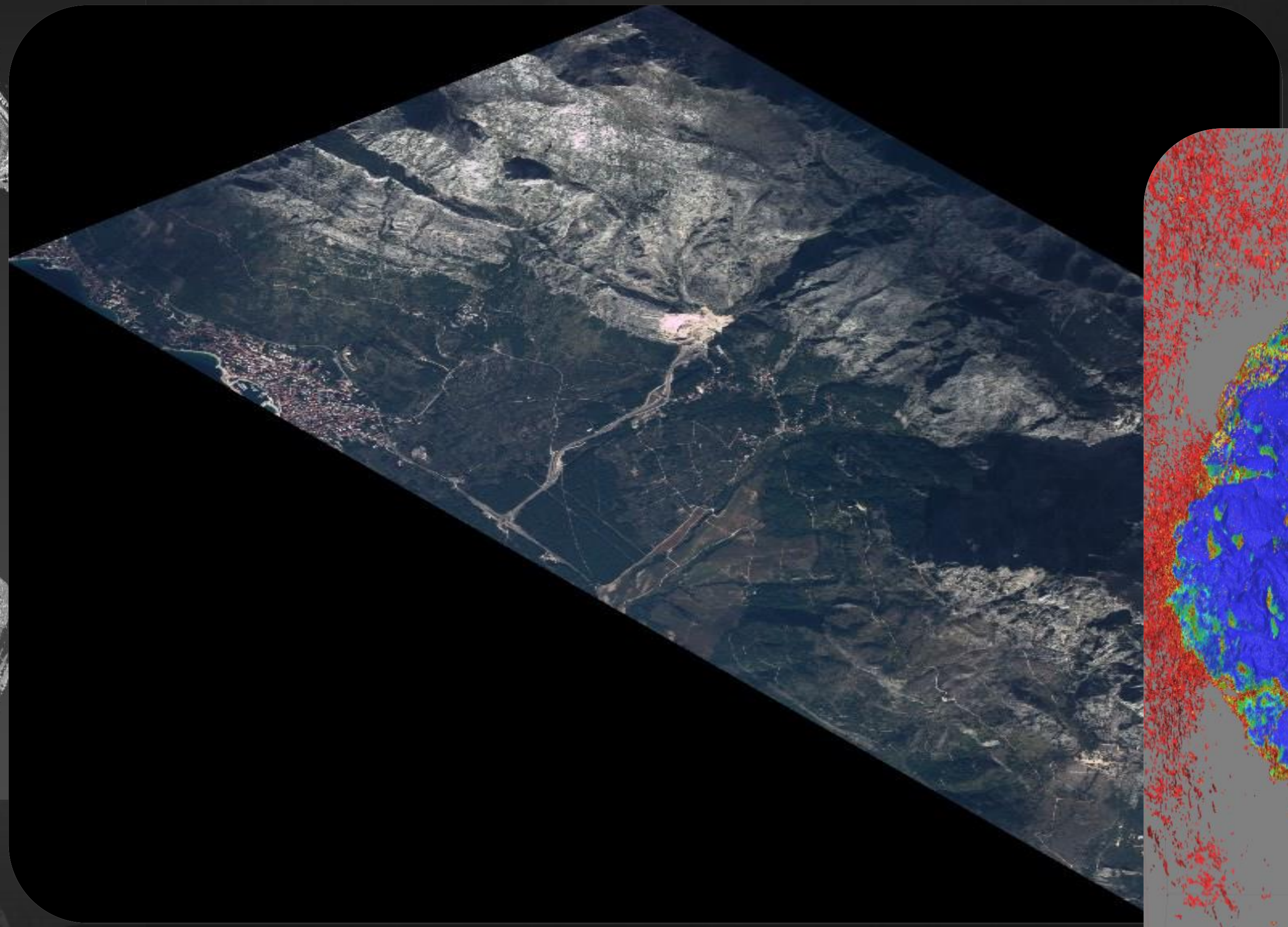
経歴

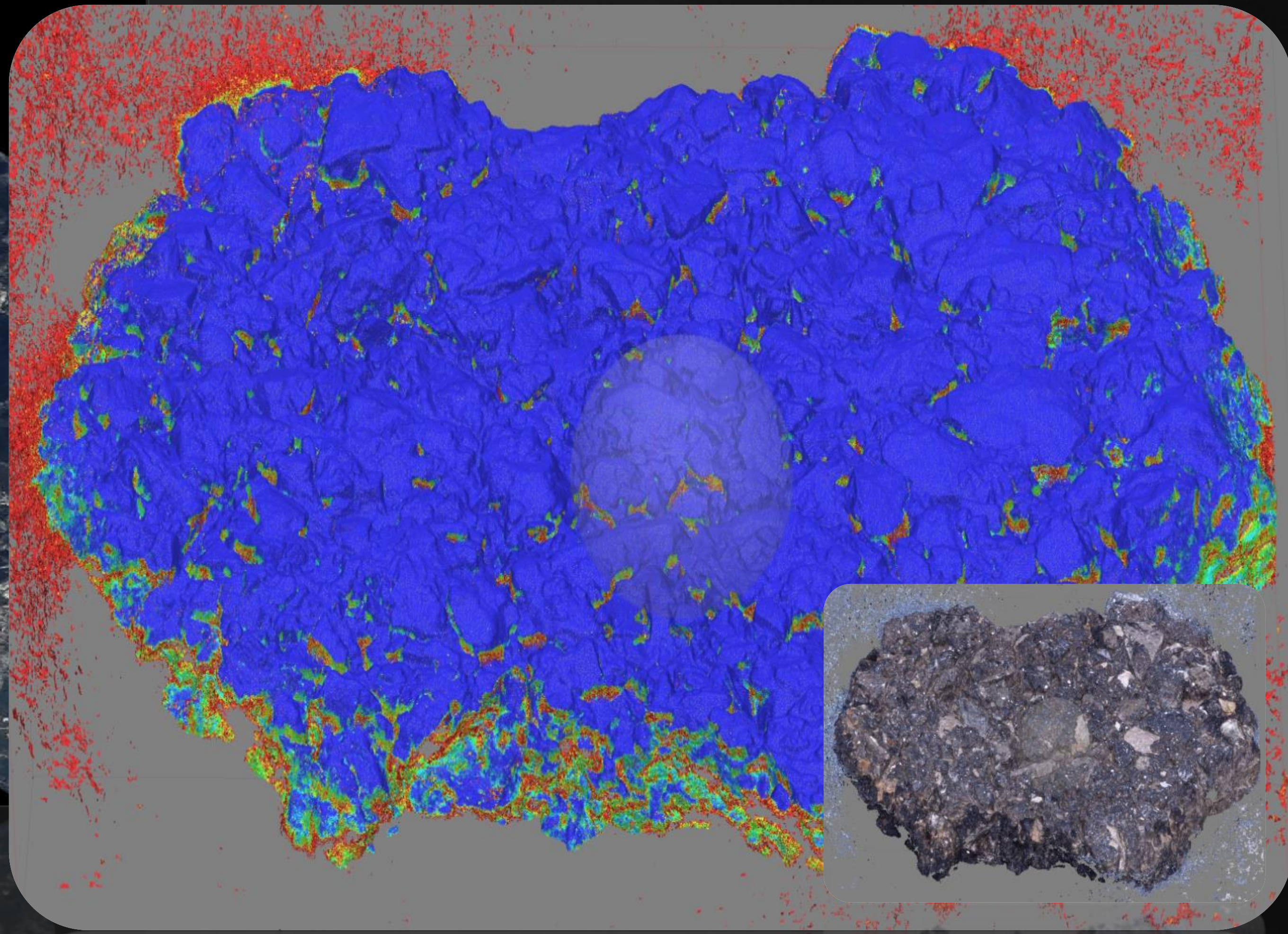
2016年、株式会社ポリフォニー･デジタル入社
Geo Survey Group にて、主に世界各地のサーキット取材活動に携わる
計測したデータを分析し、CGアーティストがデジタルアセット制作の参考に利用する素材を生成する

学生時代は土木工学科でPhotogrammetryやレーザースキャンの最適な計測計画の立案を題材に研究

Geo Survey Group







©2022 Polyphony Digital Inc. All rights reserved.

WHAT WE CREATE

Products 製品情報

全世界累計実売本数が8,040万本(*)に達した「グランツーリスモ」シリーズは、ヨーロッパおよび北米を中心とした国際市場での成功を特徴とします。
1997年の第一作目からPlayStation®シリーズとともに進化を続け、国内外で圧倒的なセールスを記録しています。
*2018年5月5日現在

With sell-through sales totaling 80.4 million units worldwide*, Gran Turismo has become an international sensation, with strong followings in Europe and North America in particular. It burst onto the video game scene in 1997, steadily evolving alongside the PlayStation® console, and continues to promote the enjoyment of driving to people of all ages all over the world.
*as of May 5, 2018

MAR 4, 2022
PlayStation®5 / PlayStation®4

Gran Turismo 7

グランツーリスモ７

For More Details →

OCT 19, 2017
PlayStation®4

Gran Turismo Sport

グランツーリスモＳＰＯＲＴ

For More Details →

DEC 05, 2013
PlayStation®3

Gran Turismo 6

グランツーリスモ６

For More Details →

NOV 25, 2010
PlayStation®3

Gran Turismo 5

グランツーリスモ５

For More Details →

AMP
OIL PRESSURE
TEMP
GAS
Gran Turismo 7: © 2022 Sony Interactive Entertainment Inc. Developed by Polyphony Digital Inc. Manufacturers, cars, names, brands and associated imagery featured in this game in some cases include trademarks and/or copyrighted materials of their respective owners. All rights reserved. Any depiction or recreation of real world locations, entities, businesses, or organizations is not intended to be or imply any sponsorship or endorsement of this game by such party or parties. "Gran Turismo" logos are registered trademarks or trademarks of Sony Interactive Entertainment Inc. Captured on PS5™
GRAN TURISMO® 7
THE REAL DRIVING SIMULATOR

Gran Turismo 7: © 2022 Sony Interactive Entertainment Inc. Developed by Polyphony Digital Inc. Manufacturers, cars, names, brands and associated imagery featured in this game in some cases include trademarks and/or copyrighted materials of their respective owners. All rights reserved. Any depiction or recreation of real world locations, entities, businesses, or organizations is not intended to be or imply any sponsorship or endorsement of this game by such party or parties. "Gran Turismo" logos are registered trademarks or trademarks of Sony Interactive Entertainment Inc. Captured on PS5™

Gran Turismo 7: © 2022 Sony Interactive Entertainment Inc. Developed by Polyphony Digital Inc. Manufacturers, cars, names, brands and associated imagery featured in this game in some cases include trademarks and/or copyrighted materials of their respective owners. All rights reserved. Any depiction or recreation of real world locations, entities, businesses, or organizations is not intended to be or imply any sponsorship or endorsement of this game by such party or parties. "Gran Turismo" logos are registered trademarks or trademarks of Sony Interactive Entertainment Inc. Captured on PS5™

Gran Turismo 7: © 2022 Sony Interactive Entertainment Inc. Developed by Polyphony Digital Inc. Manufacturers, cars, names, brands and associated imagery featured in this game in some cases include trademarks and/or copyrighted materials of their respective owners. All rights reserved. Any depiction or recreation of real world locations, entities, businesses, or organizations is not intended to be or imply any sponsorship or endorsement of this game by such party or parties. "Gran Turismo" logos are registered trademarks or trademarks of Sony Interactive Entertainment Inc. Captured on PS5™

お話しすること

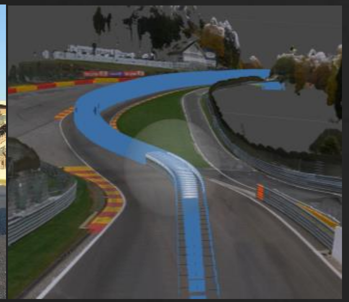
サーキット取材活動の概要

UAV, Photogrammetry

Laser Scan Data

サーキット全域を網羅した形状情報の再構築

車載パノラマ動画撮影



Photogrammetry

路面のユニークな大域テクスチャ生成

ポリフォニー・デジタルのサーキット取材活動

- 10人前後のメンバーで現地へ
  - 主に景観デザインチームのCGアーティストで構成
- 海外スタッフのサポート
  - 円滑に、かつ安全に

Mini deixalleria
Residus especials
www.circuitcat.com

1286 JGZ
TIGUAN

CATALUNYA
RACC RACC
CaixaBank
VOLTA
RACING
CATALUNYA
GOLDCAR
Adecco
JMT

F

※実際の写真です

※実際の写真です

※実際の写真です

※実際の写真です

Canon
GITZO

CAT
The

Barcelona
Barcelona
Barcelona

CORKSCREW

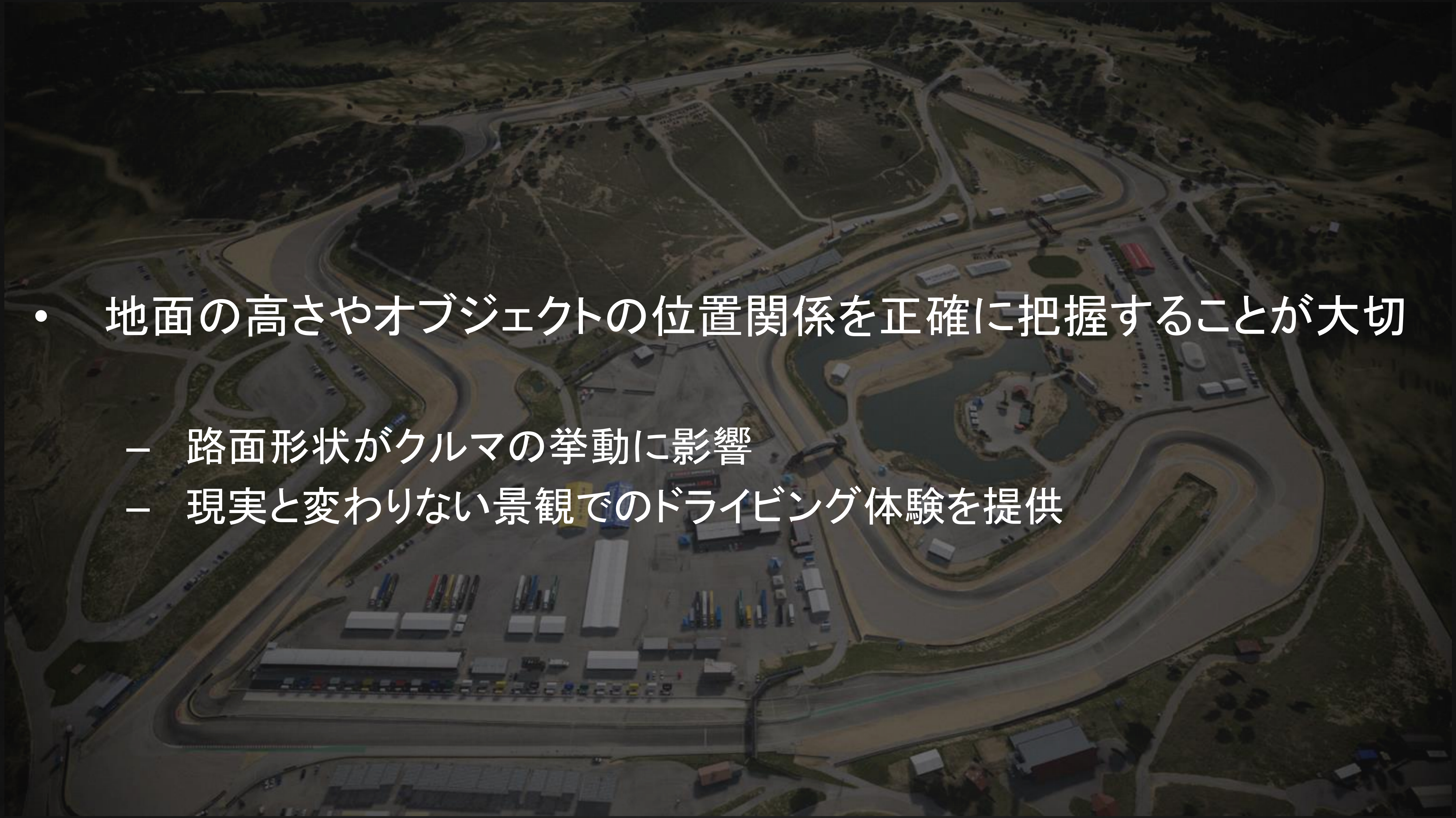
取材手法

- 車載パノラマ動画撮影
- レーザースキャン計測
  - 車載型レーザースキャン計測、据え置き型レーザースキャン計測
- UAV測量（ドローン撮影）
- 他にも、対象地域によっては航空レーザースキャン計測やヘリ空撮などを実施

サーキット全域を網羅した形状情報の再構築

POLYPHONY™ DIGITAL

サーキット全域を網羅した形状情報の再構築



- 地面の高さやオブジェクトの位置関係を正確に把握することが大切
  - 路面形状がクルマの挙動に影響
  - 現実と変わりない景観でのドライビング体験を提供

サーキット全域を網羅した形状情報の再構築

- 近景は車載型レーザースキャン計測
  - 走行路面やランオフ、ガードレールや近距離の建物など
- 中景はUAV測量
  - パドックや中景の地形など

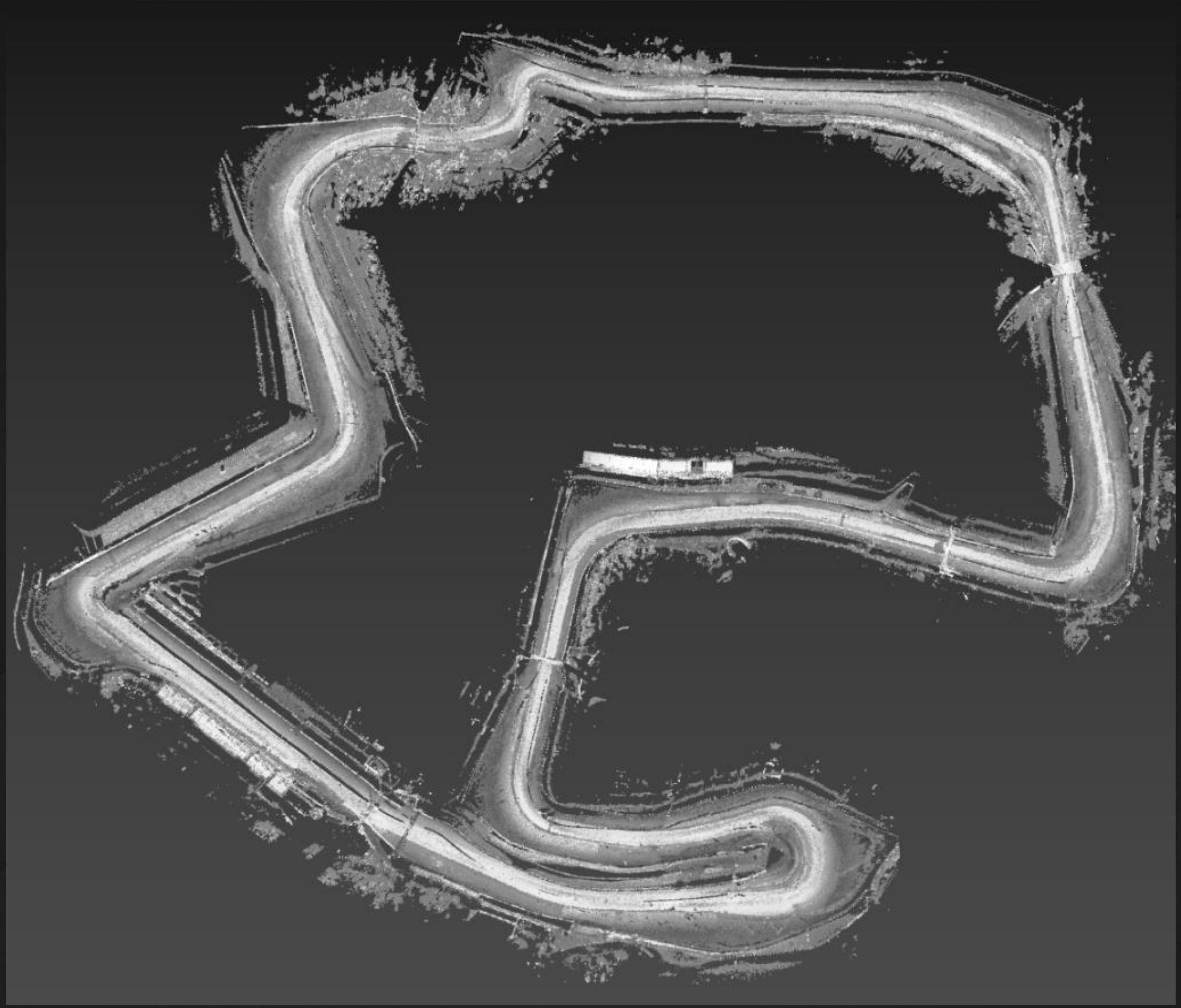
車載型レーザースキャン計測

- 車載型レーザースキャン計測とは
  - 物体形状を三次元点群情報として連続的に取得
  - GNSS、IMU、ホイールエンコーダーを総合的に処理
- 目的
  - クルマの姿勢制御にもっとも影響のあるコース路面を中心に計測

車載型レーザースキャン計測

- 車載型レーザースキャン計測とは
  - 物体形状を三次元点群情報として連続的に取得
  - GNSS、IMU、ホイールエンコーダーを総合的に処理
- 目的
  - クルマの姿勢制御にもっとも影響のあるコース路面を中心に計測

車載型レーザースキャン計測



車載型レーザースキャン計測エリア

UAV測量（ドローン撮影）

- UAV測量とは
  - 無人航空機（=UAV：Unmanned Aerial Vehicle 通称ドローン）
  - 取材対象エリアを飛行しながら動画ならびに静止画を連続撮影する作業
- 機材
  - DJI Inspire2
  - 5k 30fps
- 目的
  - Photogrammetryによる三次元形状情報の構築やテクスチャ素材を生成
  - 広範囲を短時間で測量

UAV測量（ドローン撮影）

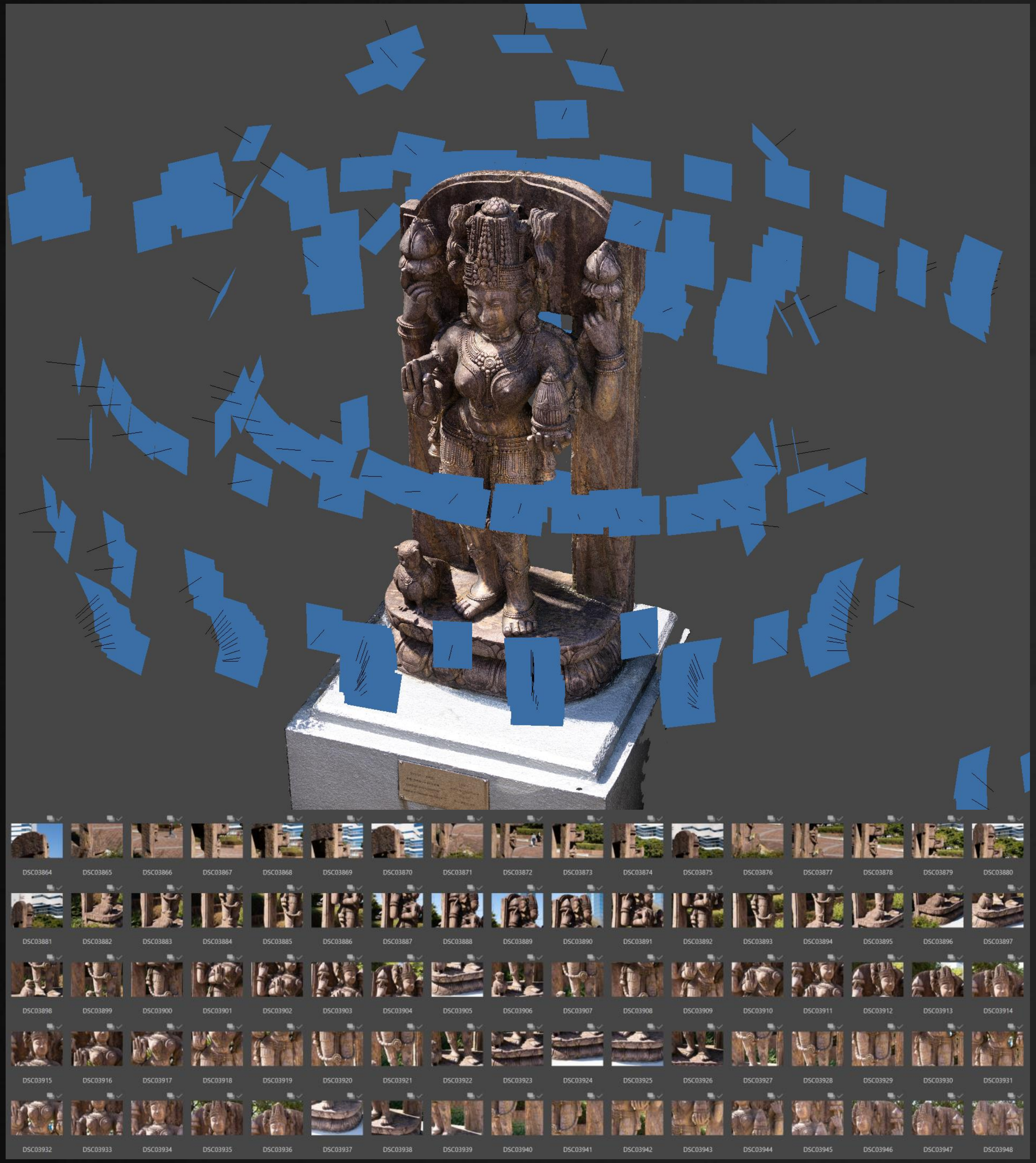
- UAV測量とは
  - 無人航空機（=UAV : Unmanned Aerial Vehicle 通称ドローン）
  - 取材対象エリアを飛行しながら動画ならびに静止画を連続撮影する作業
- 機材
  - DJI Inspire2
  - 5k 30fps
- 目的
  - Photogrammetryによる三次元形状情報の構築やテクスチャ素材を生成
  - 広範囲を短時間で測量

UAV測量（ドローン撮影）

- UAV測量とは
  - 無人航空機（=UAV：Unmanned Aerial Vehicle 通称ドローン）
  - 取材対象エリアを飛行しながら動画ならびに静止画を連続撮影する作業
- 機材
  - DJI Inspire2
  - 5k 30fps
- 目的
  - Photogrammetryによる三次元形状情報の構築やテクスチャ素材を生成
  - 広範囲を短時間で測量

POLYPHONY™ DIGITAL

Photogrammetry



- カメラの視点を変えながら撮影した複数枚の画像から三次元形状とカメラ位置を復元
- 活用先
  - ゲーム業界：ゲームアセットモデルの作成
  - 土木・建設現場：建設計画やデータ分析
  - 他にも考古学、法医学（科学捜査）、etc..
- アプリケーション
  - Agisoft Metashape Professional
  - Reality Capture

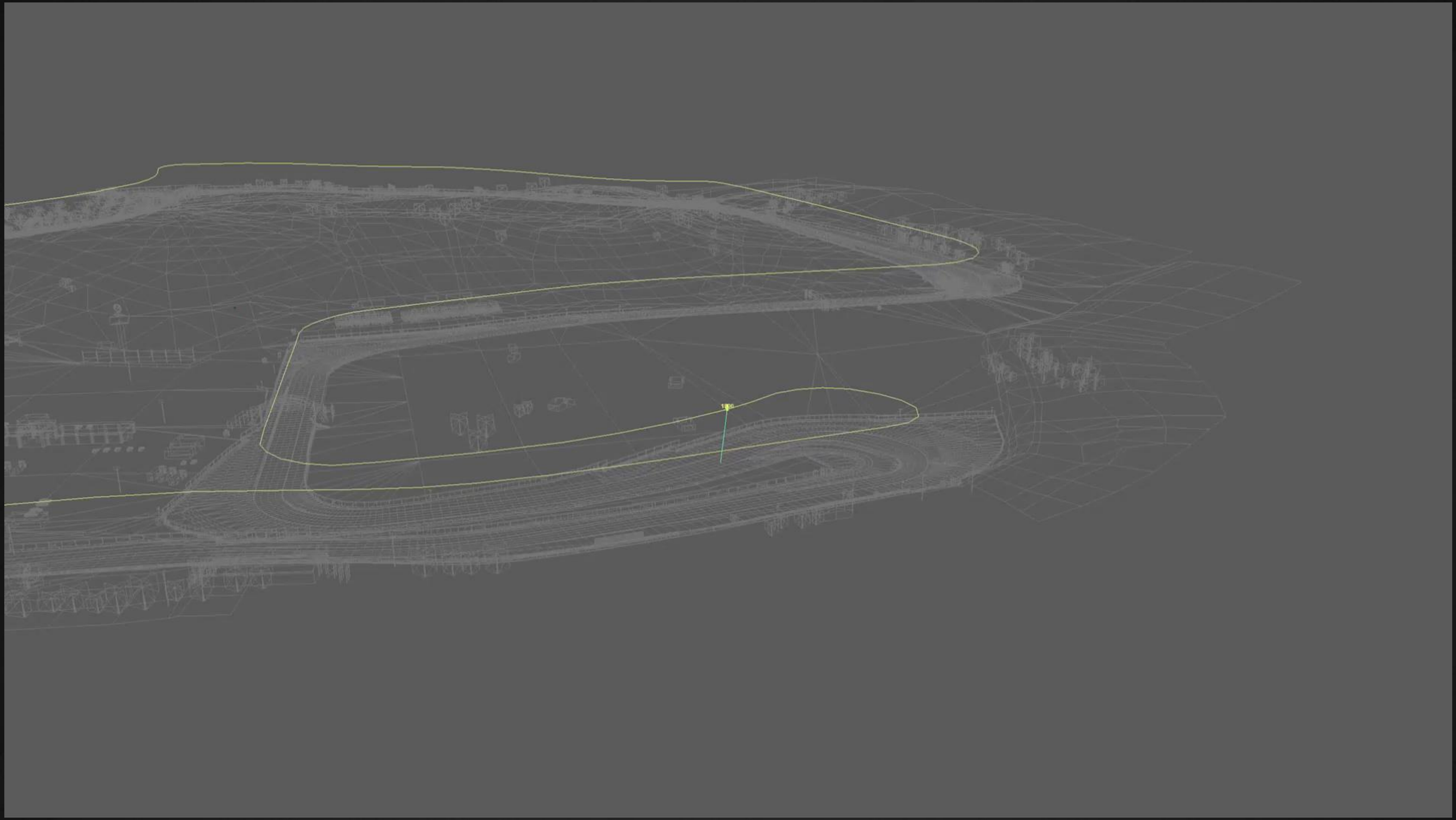
POLYPHONY™ DIGITAL

UAV測量におけるプランニング

DJI GS PRO：https://www.dji.com/jp/ground-station-pro

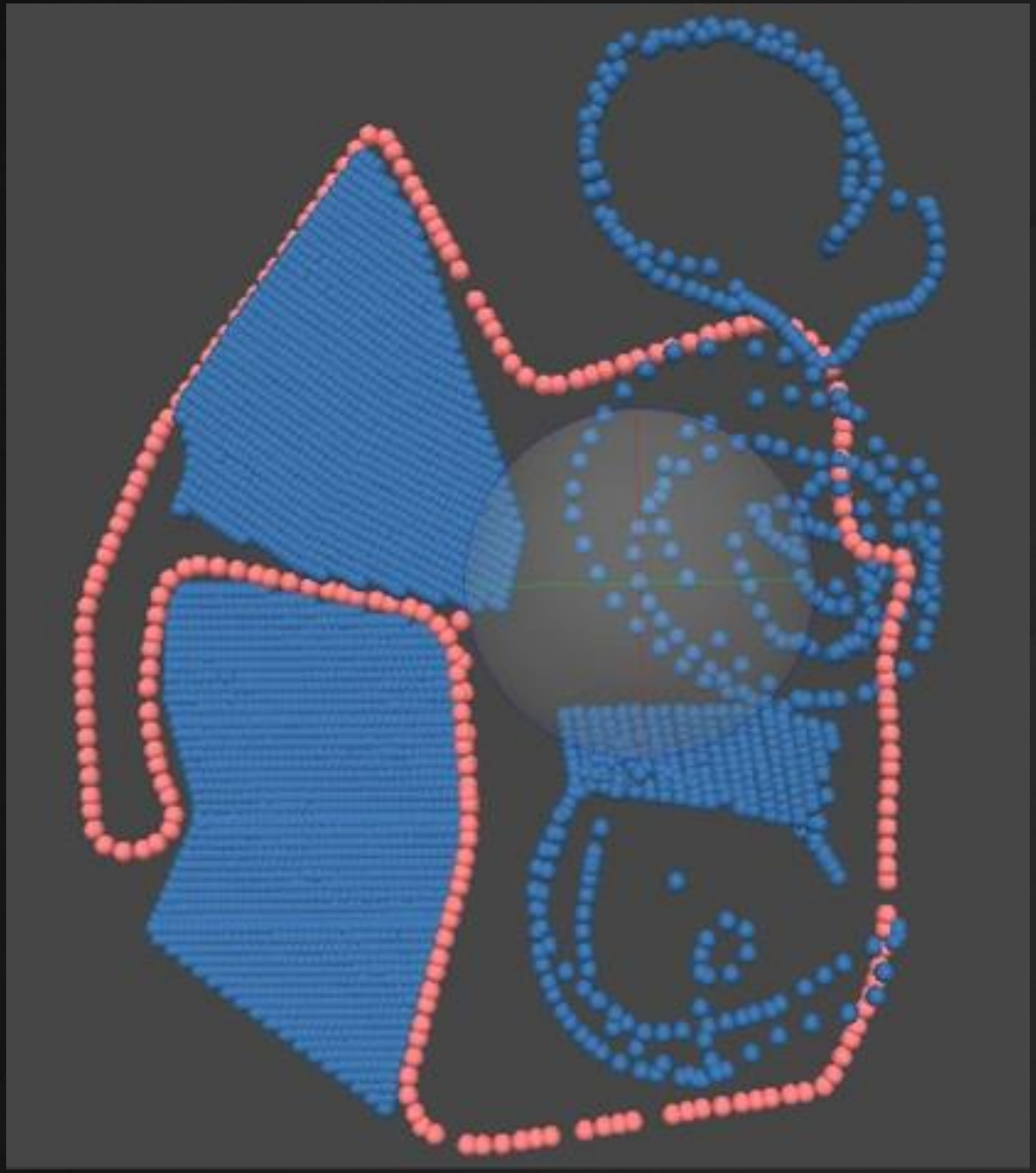
- 飛行方法
  - ウェイポイント飛行
    - 指定した一本のルート上を飛行
  - ラスタ飛行
    - 指定エリアに対して自動的にラスタ上のルートを作成し飛行
  - マニュアル飛行

UAV測量におけるプランニング



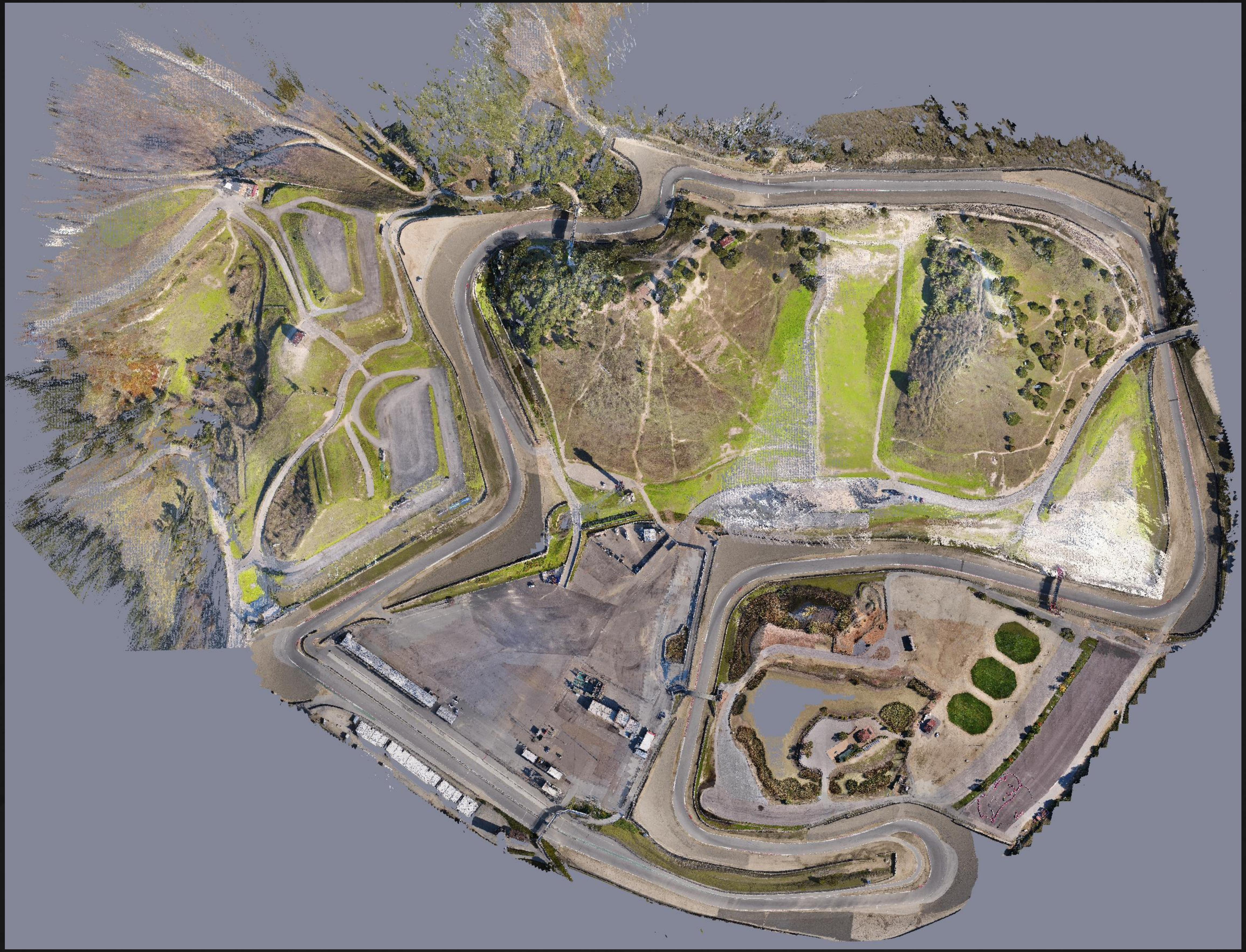
地形の高さに追従

飛行履歴

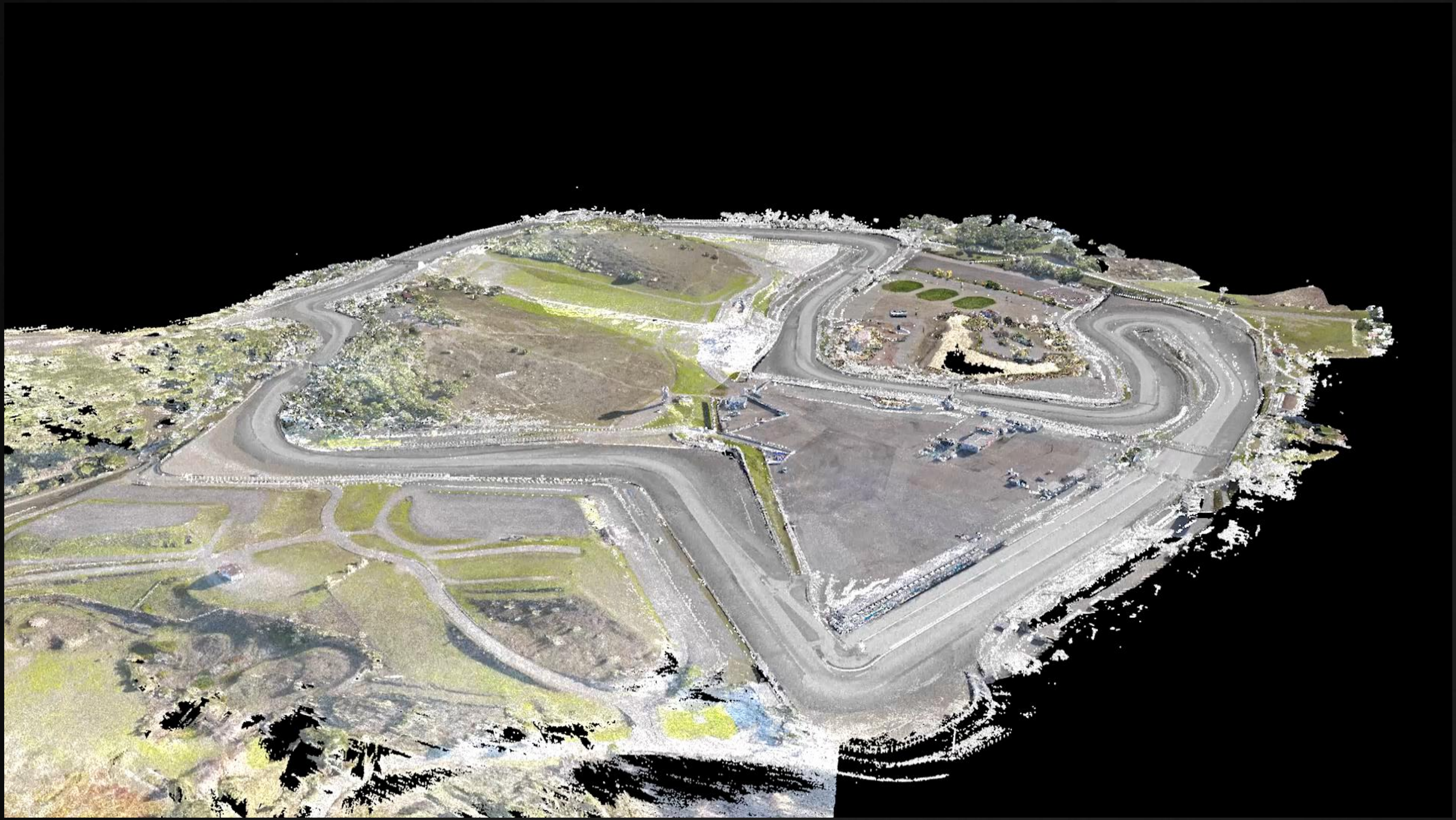


２日間の取材

Photogrammetry - Laguna Seca -



レーザースキャン点群とUAV点群

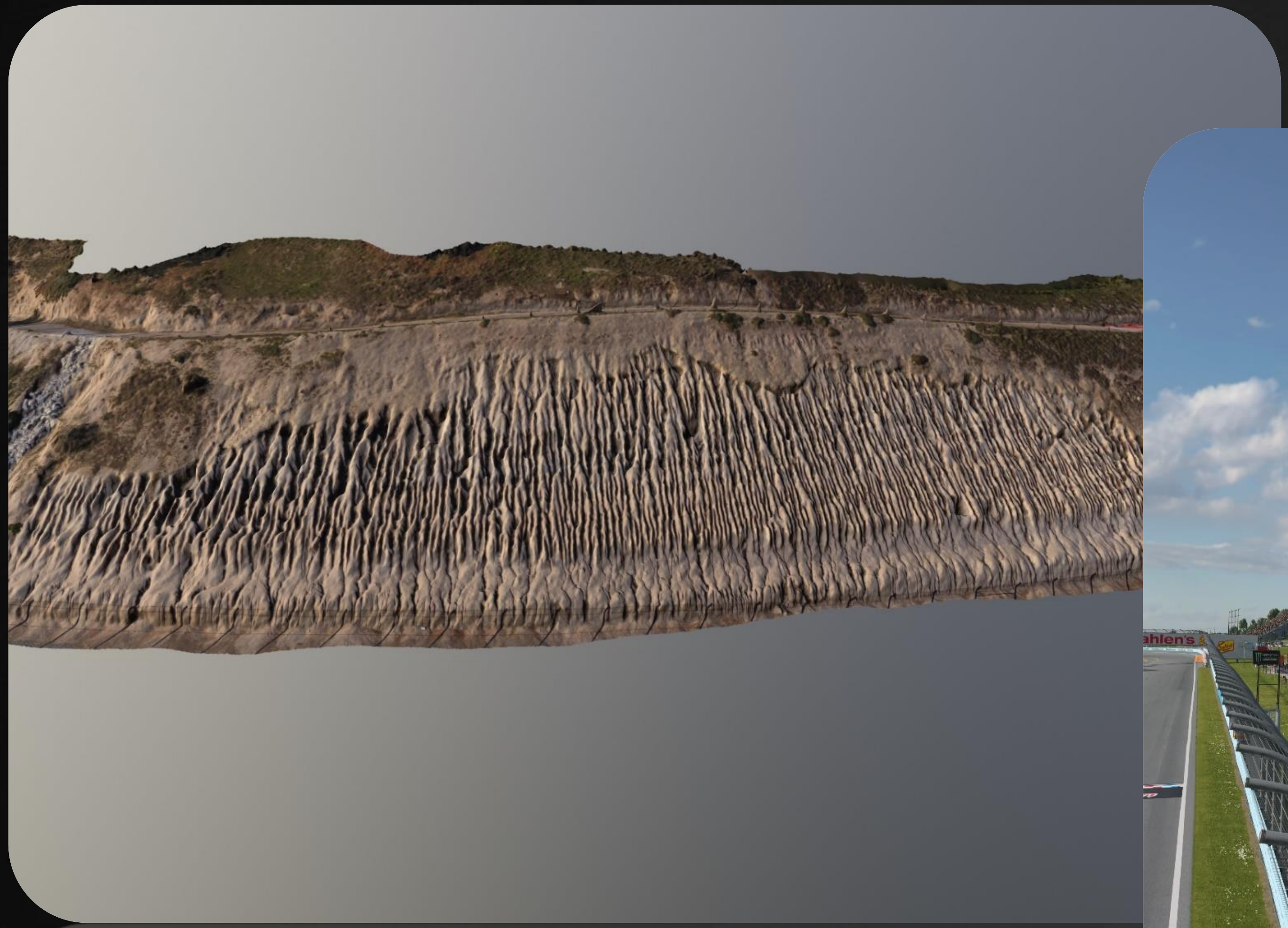


Photogrammetry

Laser Scan Data

POLYPHONY™ DIGITAL

UAV測量データの活用事例



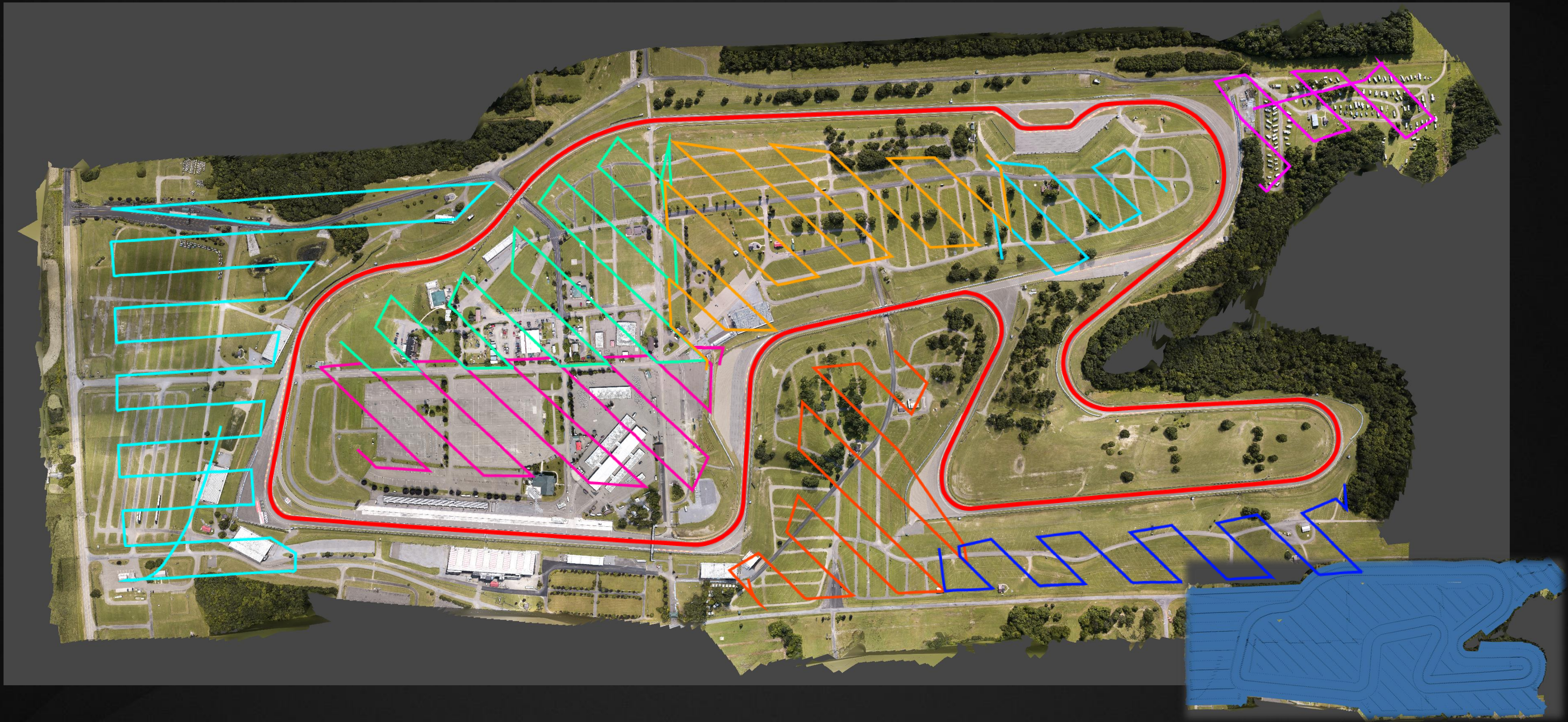
フォトグラメトリのメッシュデータをリトポロジー
地物のゲームアセットモデル

フォトグラメトリの点群を参考に制作
人工物のゲームアセットモデル

フォトグラメトリの大域的なテクスチャを転写
路面のゲームアセットモデル

POLYPHONY™ DIGITAL

Photogrammetry - Watkins Glen -

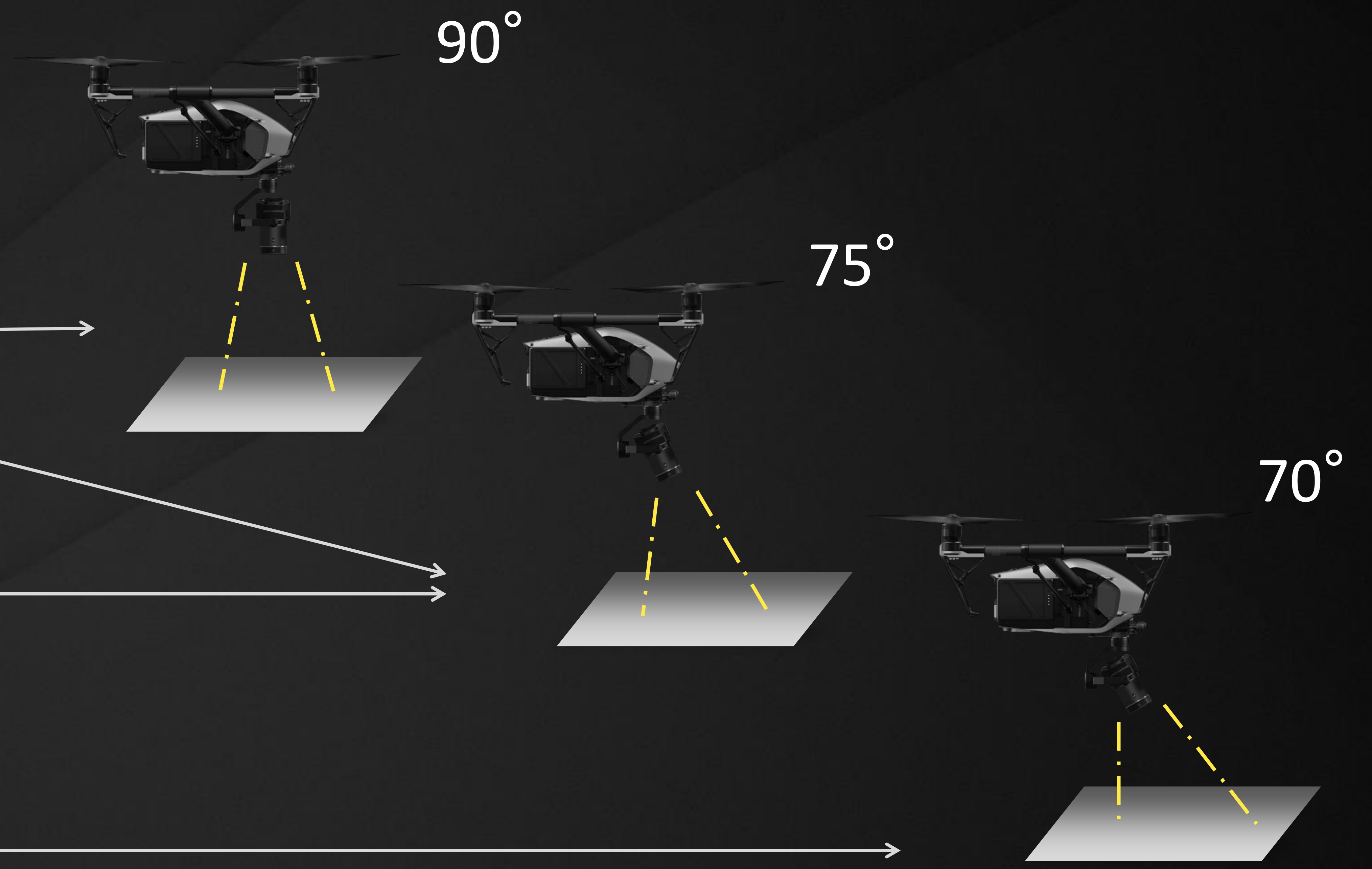


POLYPHONY DIGITAL

撮影の種類

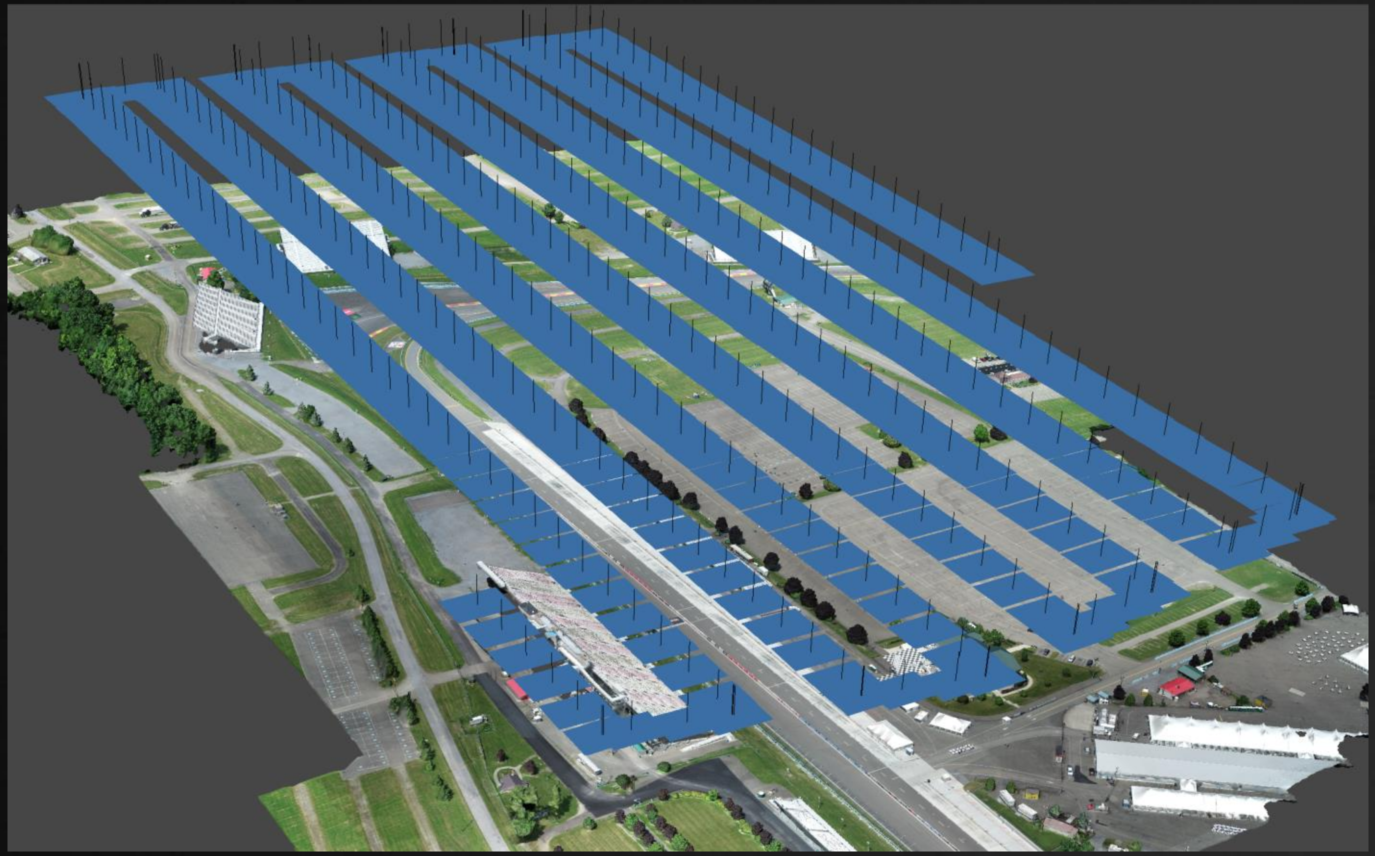
- 走行路面上
  - コースの真ん中（計2週）
    - pitch 90°　yaw 0°
    - pitch 75°　yaw 0 °
  - コースの右寄り、左寄り（計2週）
    - pitch 75 °　yaw 0 °

- その他のエリア
    - pitch 70 °　yaw 0 °



POLYPHONY DIGITAL

RTK測位付きUAV測量

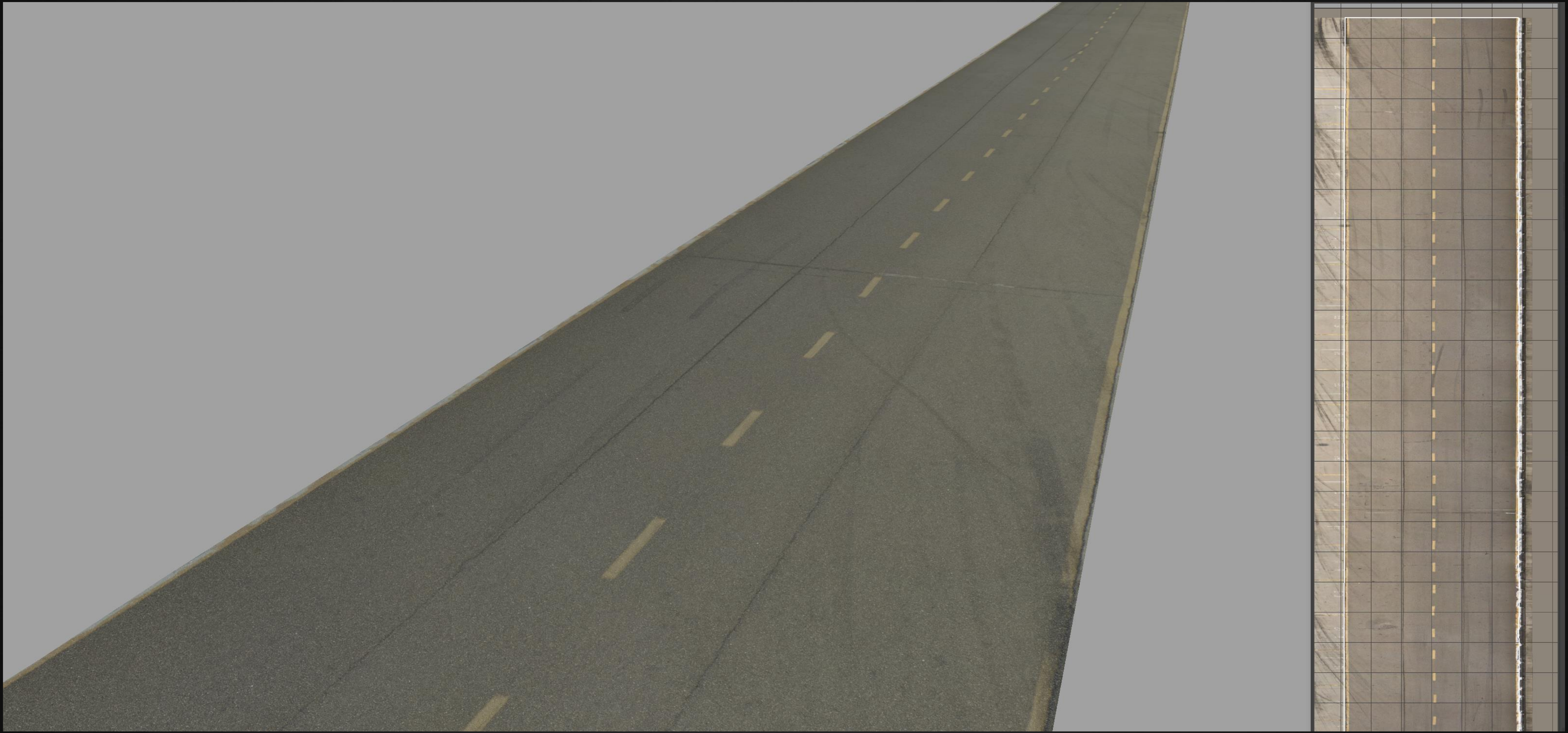


RTK測位付きUAV測量

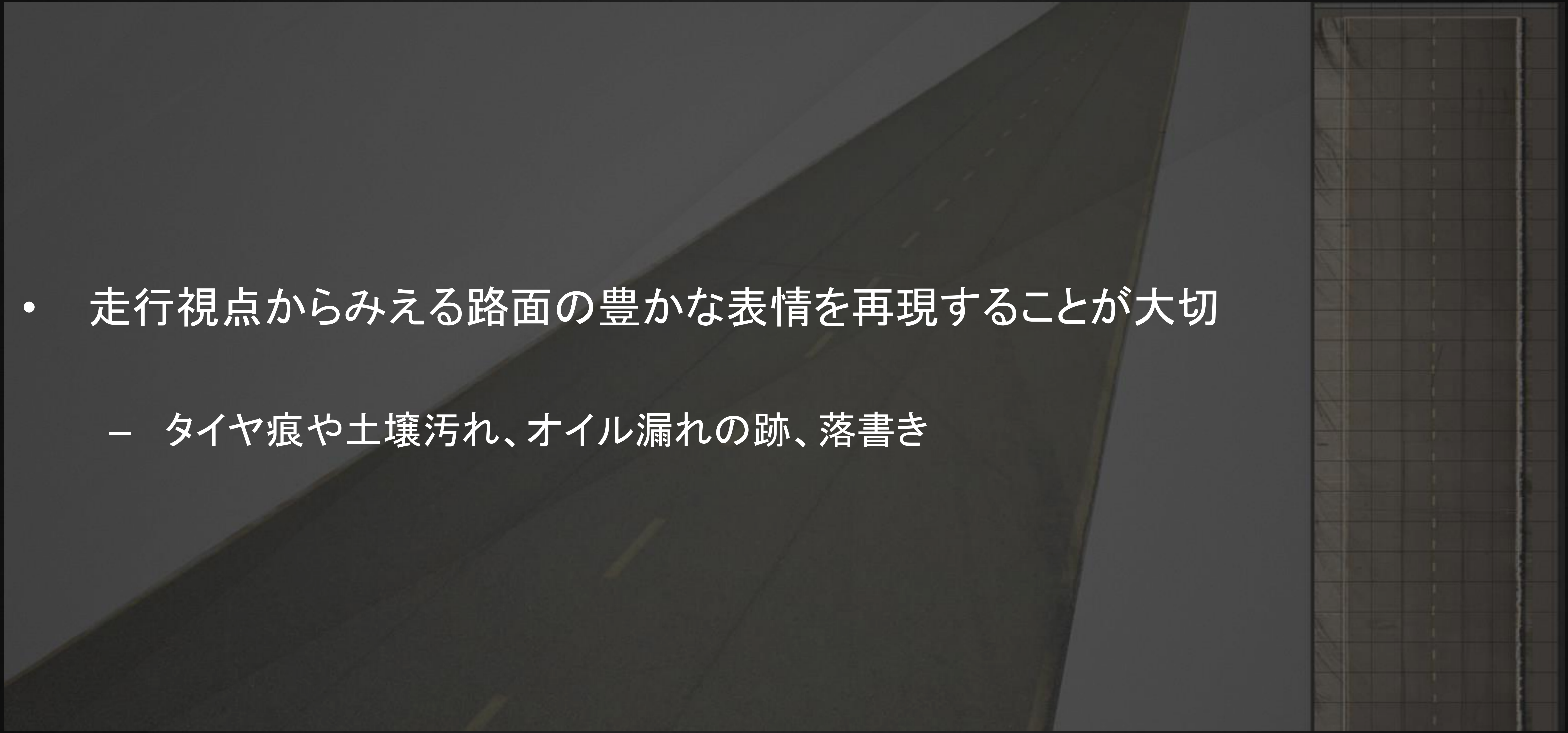
Inspire2 + DG-PRO1RWS（ RTK-GNSSモジュール）

- RTK - GNSS
  - 基準局と移動局の2点で同時に観測
  - 補正情報を転送して位置情報のずれを修正
  - 測位精度は水平2-3cm, 鉛直3-4cm
- ゲーム制作で求められるUAV機体
  - カメラセンサーの素性が良い
  - 動画に位置情報を書き込める

路面のユニークな大域テクスチャ生成



路面のユニークな大域テクスチャ生成



- 走行視点からみえる路面の豊かな表情を再現することが大切
  - タイヤ痕や土壌汚れ、オイル漏れの跡、落書き

路面のユニークな大域テクスチャ生成

- UAV測量から生成
  - 航空法等の条件により実施が困難なケースがある
- 車載パノラマ動画から画像を抽出して生成
  - 取材プランは安定的に実施される

車載パノラマ動画撮影

- 機材
  - LUMIX GH5×6台
  - 6k 30fps
- 目的
  - 構造物の把握や確認
  - photogrammetryによる三次元形状情報の構築やテクスチャ素材を生成

車載パノラマ動画撮影

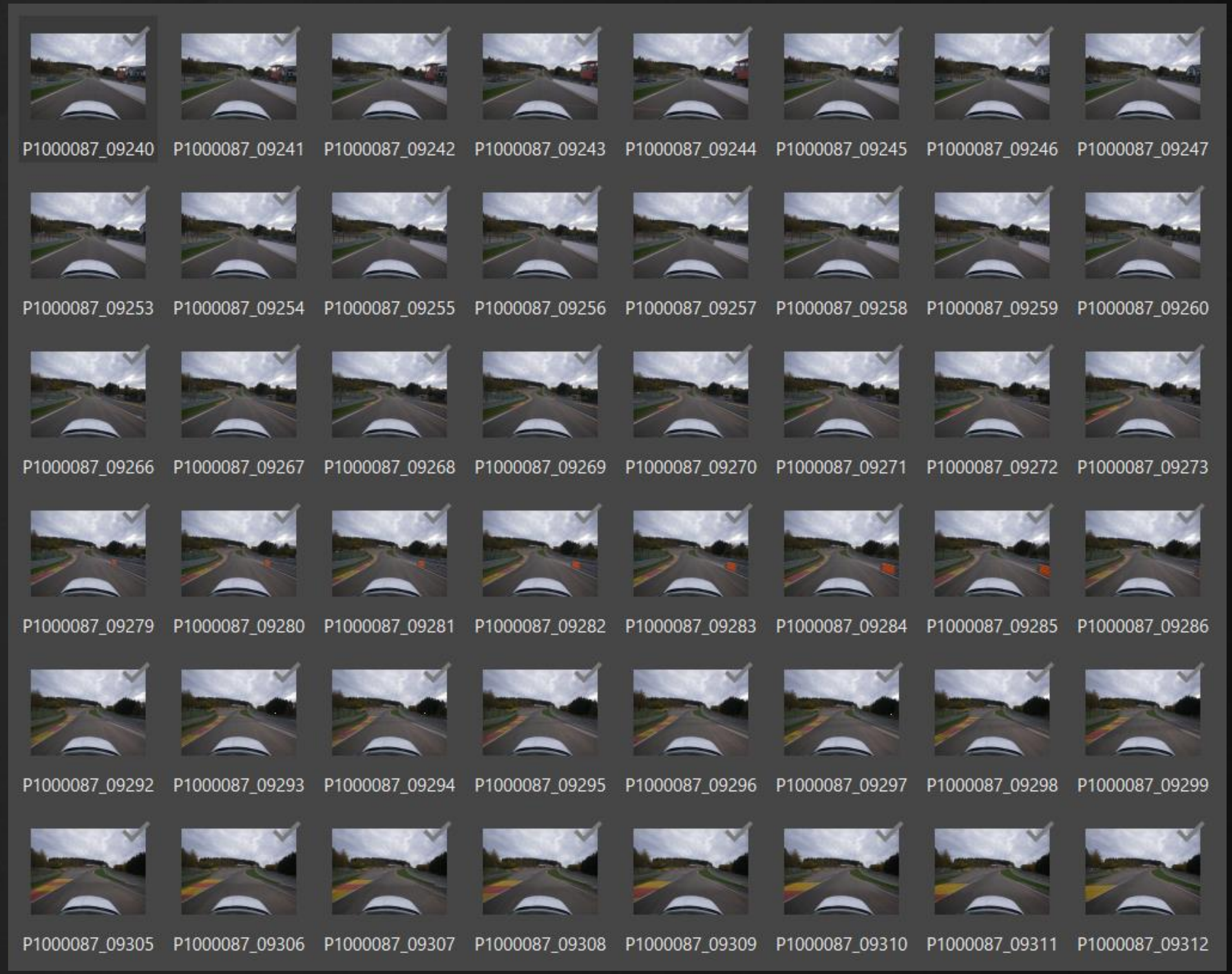
- 機材
  - LUMIX GH5×6台
  - 6k 30fps
- 目的
  - 構造物の把握や確認
  - photogrammetryによる三次元形状情報の構築やテクスチャ素材を生成

テクスチャの生成手法

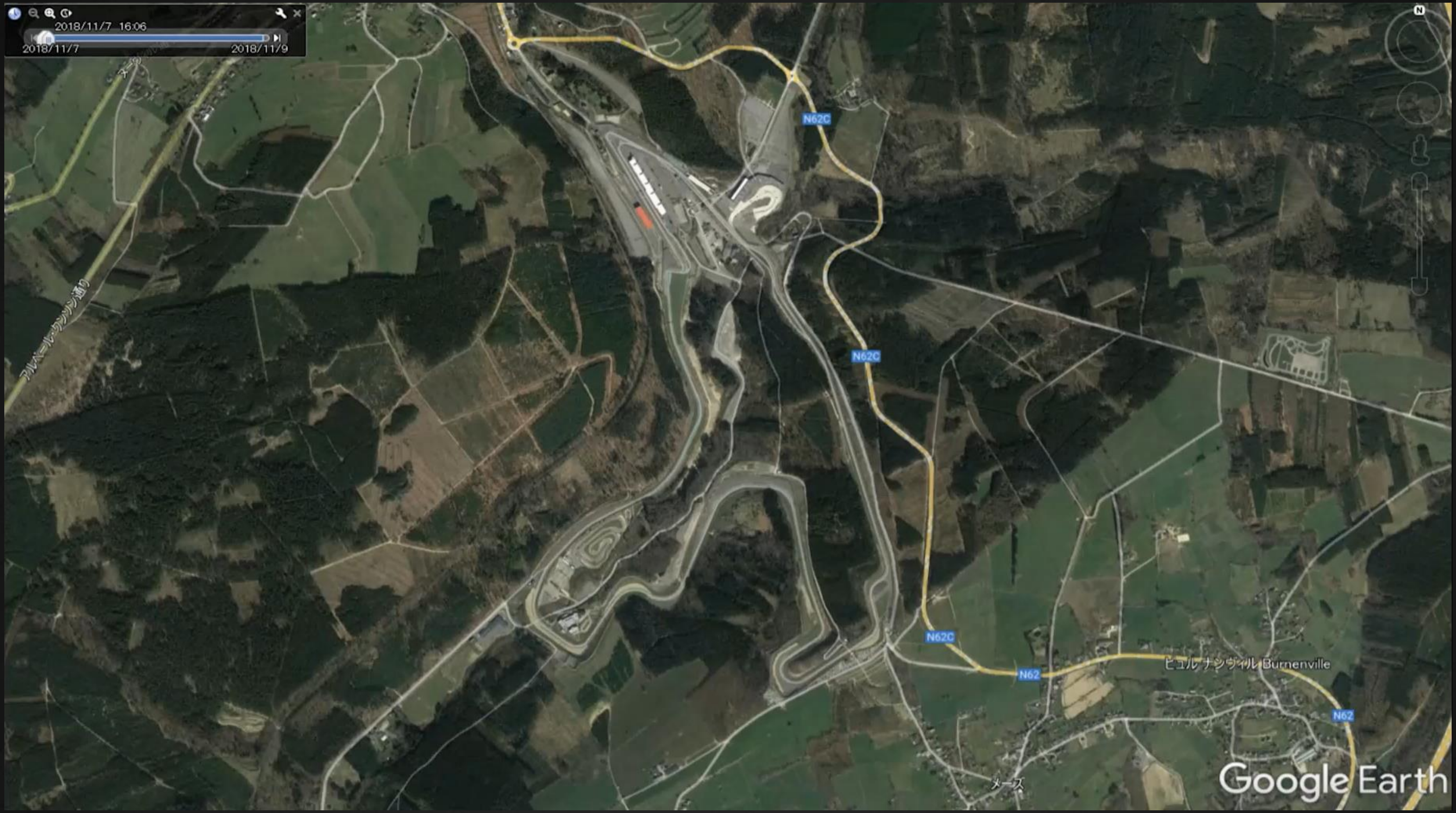
1. 車載動画から画像抽出
2. 事前準備
3. Photogrammetry によるカメラ位置推定
4. 路面メッシュに対してカメラからテクスチャを転写

1. 車載動画から画像抽出

- Adobe After Effectsによる画像抽出
  - 5flに一枚ぐらい
  - 前後左右カメラ



1. 車載動画から画像抽出



GPS履歴などを参照に動画を選択

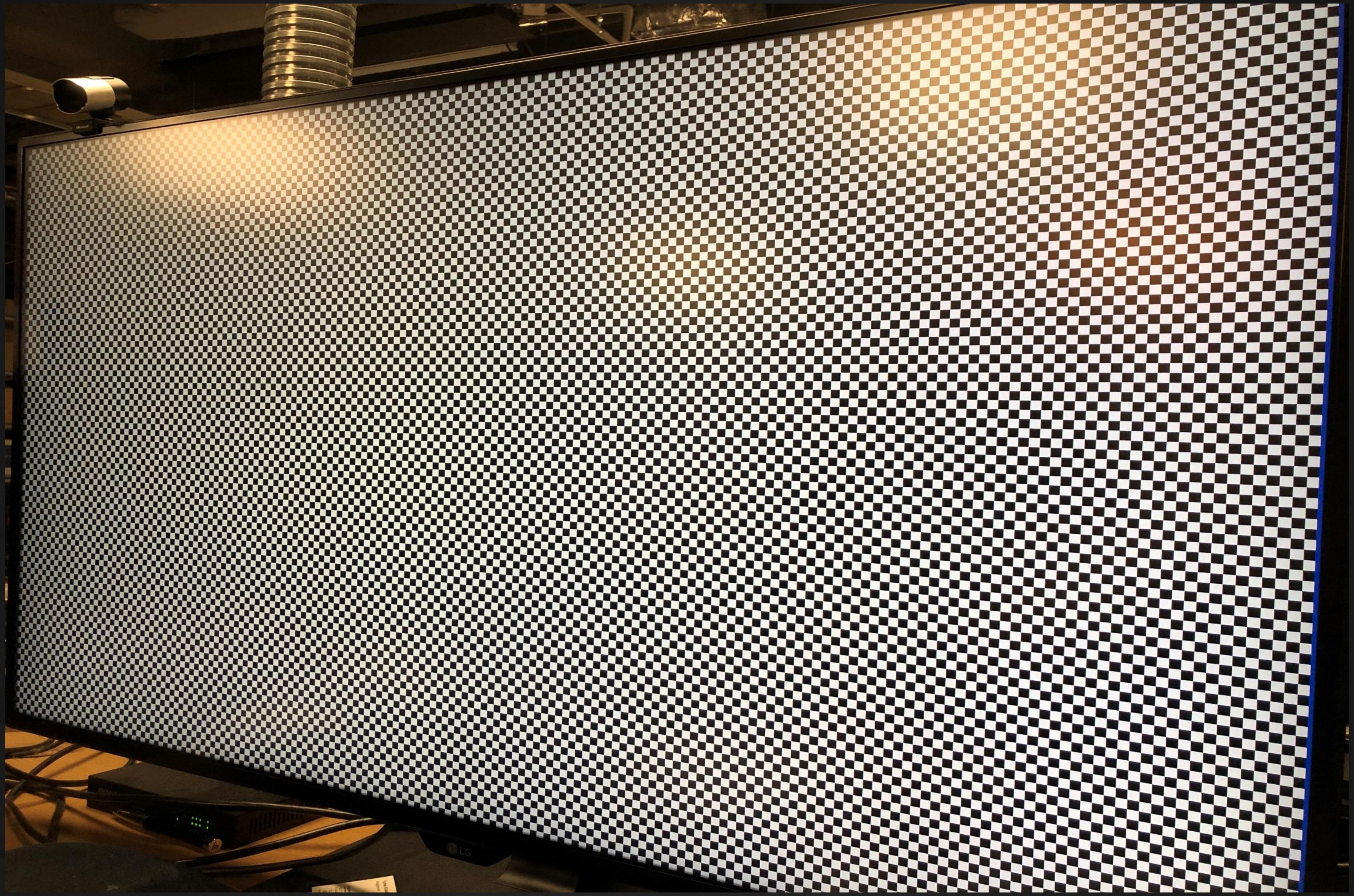
POLYPHONY™ DIGITAL

2. 事前準備

- マスクを作成
  - フォトグラメトリのアライメント確率と精度に影響するものを計算から除外
    - 空、車のフロント部分、反射物（窓、ガラス）、動きもの（人や車）
- 空をマスク
  - Sky replacement

Adobe Photoshop : https://helpx.adobe.com/jp/photoshop/using/replace-sky.html

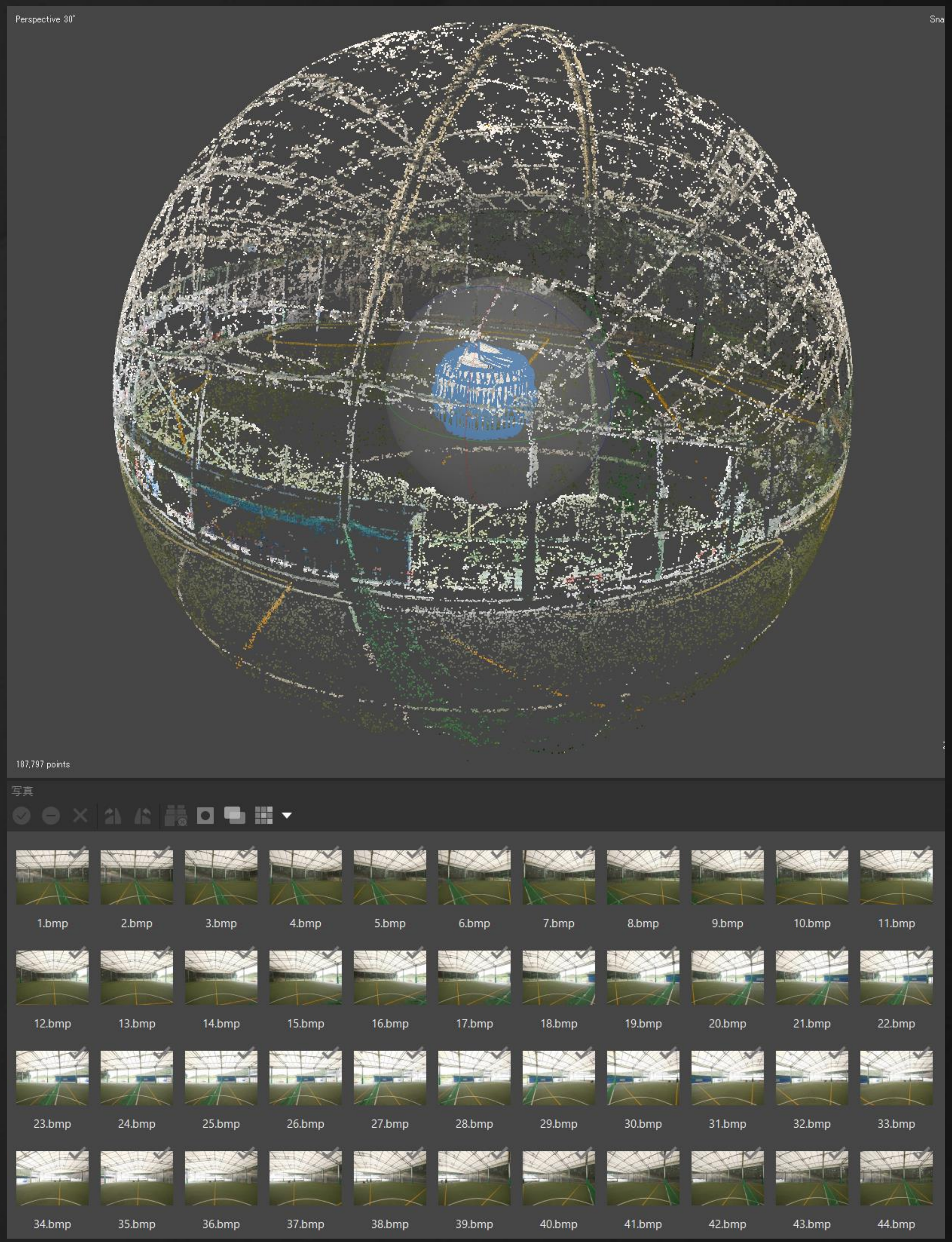
2. 事前準備



カメラキャリブレーション

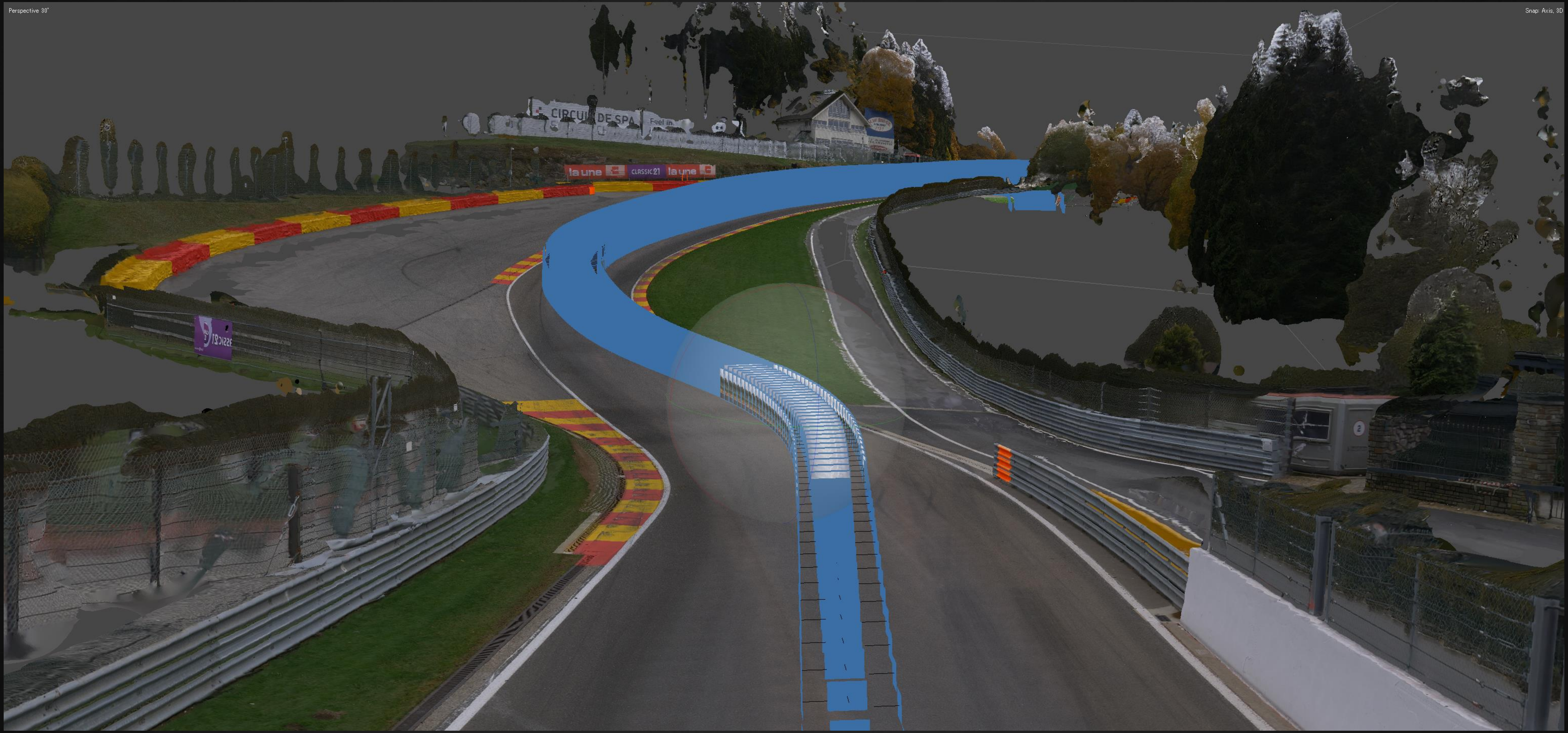
2. 事前準備

- カメラキャリブレーション
  - ノーダルポイントを固定、パノラマ状にオーバーラップ撮影
  - 画像群のグループタイプをStation（三脚使用パノラマモード）でアライメント



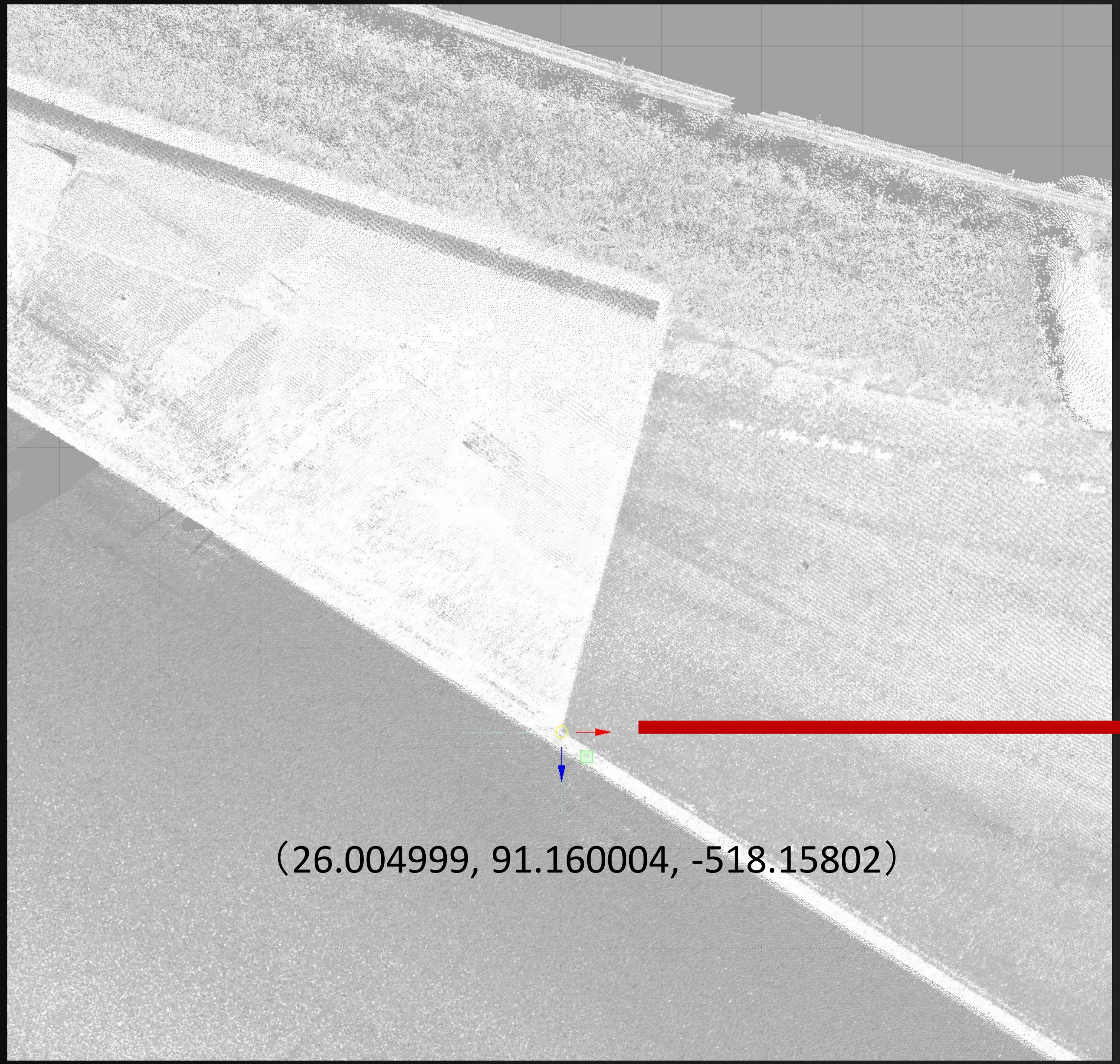
POLYPHONY™ DIGITAL

3. Photogrammetry によるカメラ位置推定

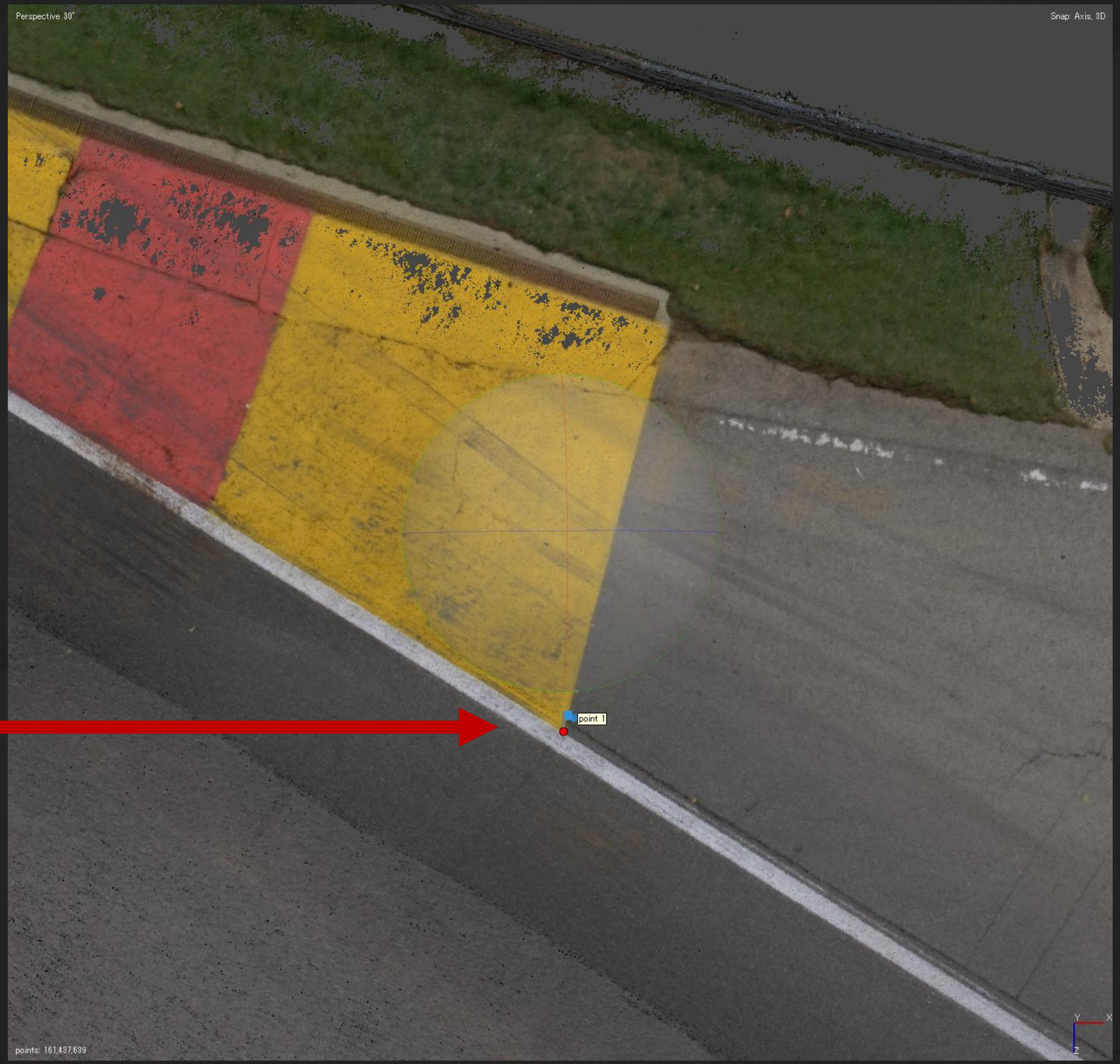


3. Photogrammetry によるカメラ位置推定

- ジオリファレンスの更新
  - Photogrammetry の座標系へ測地系の付与
  - カメラ位置精度の向上

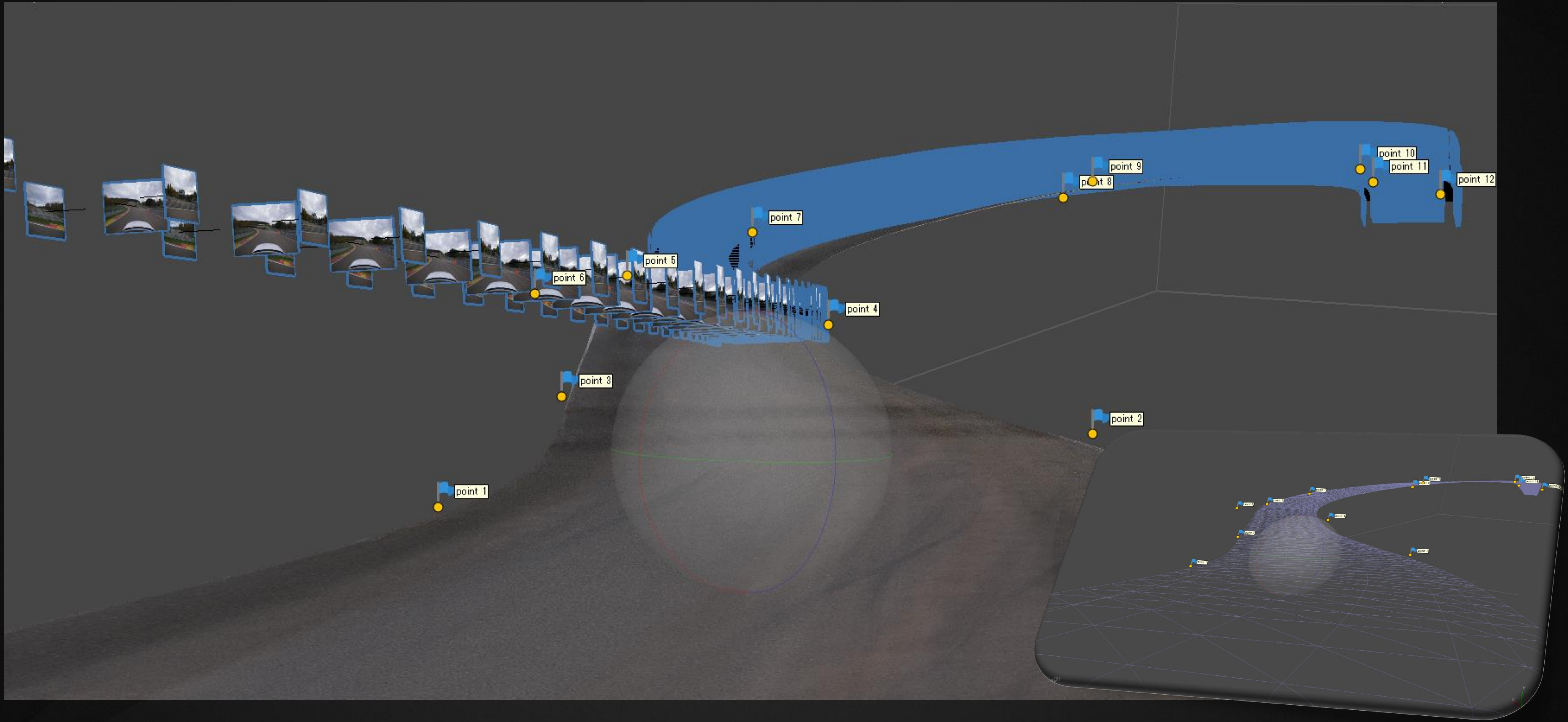


Laser Scan Data



Photogrammetry

4. 路面メッシュに対してカメラからテクスチャを転写



POLYPHONY™ DIGITAL

最終調整

- グラデーションをかけてフレネル反射を打ち消す
- 最大解像度がアサインされるマスク量を探る
- 足りない部分は横カメラを有効化する

POLYPHONY™ DIGITAL

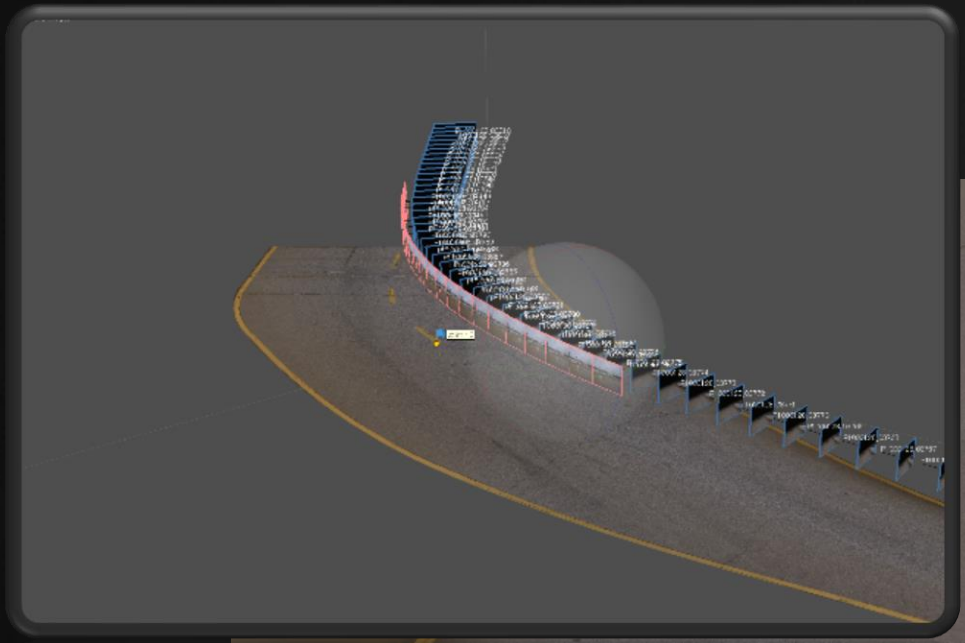
グラデーションをかけてフレネル反射を打ち消す

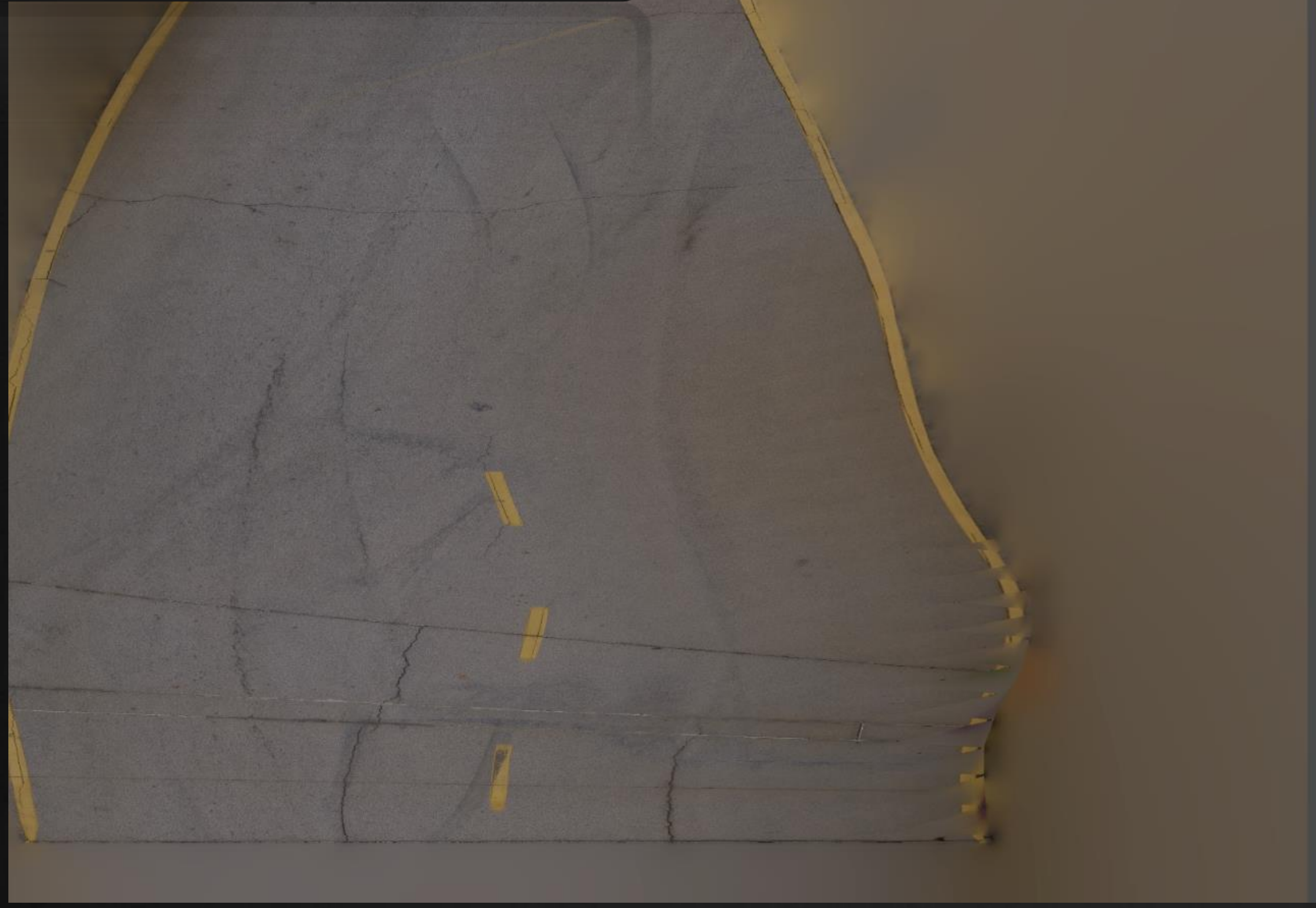
before　　after

最大解像度がアサインされるマスク量を探る

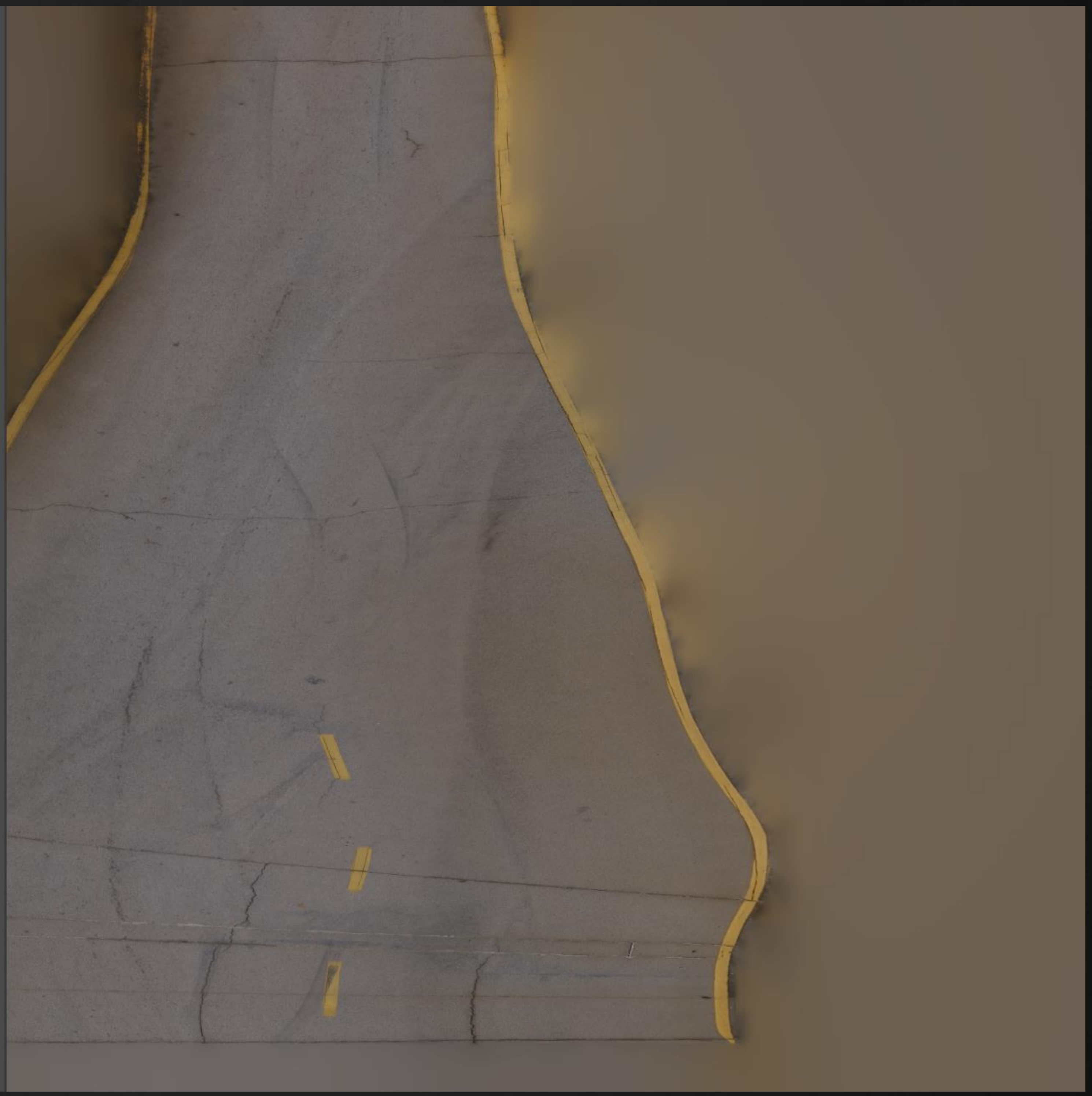
POLYPHONY™ DIGITAL

足りない部分は横カメラを有効化する





before



after

POLYPHONY™ DIGITAL

Edit Create Select Cut/Sew Modify Tools View Image Textures UV Sets
1.00

Two historic Circuits
A shared passion
Welcome fans !
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
Feel inspired
la une
CLASSIC 21
la une
VISIT OUR
FAN
SHOP
大域テクスチャ OFF

Two historic Circuits
A shared passion
Welcome fans !
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
Feel inspired
la une
CLASSIC 21
la une
大域テクスチャ ON

Two historic Circuits
A shared passion
Welcome fans !
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
Feel inspired
la une
CLASSIC 21
la une
大域テクスチャ OFF

Two historic Circuits
A shared passion
Welcome fans !
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
Feel inspired
la une
CLASSIC 21
la une
VISIT OUR
FAN
SHOP
大域テクスチャ ON

CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
大域テクスチャ OFF

CIRCUIT DE SPA
FRANCORCHAMPS
PlayStation
大域テクスチャ ON

前半パートのまとめ

- 実在サーキット制作における測量技術やデータの応用事例をご紹介しました。

- レースゲームの性質上、実在サーキット制作に求められるもの
  - 広域的なエリアを再現
  - 高精度な空間位置情報
  - 高品質な素材
- 測量技術とコンピュータービジョンによるアプローチ
  - レーザースキャン計測やUAV測量、車載パノラマ動画撮影
  - Photogrammetryによる形状再現、ゲームアセット制作素材の取得